SIEMENS **Power Generation (PG)**

致：	**上海市电力公司**（SMEPC）	**发信人**：	Hermann Kraus
主送：	**徐国宝 先生**	**部门**：	W-WAI
	姚进 先生	**电话**：	49 9131 18 6987
		传真：	49 9131 18 89446
		来函编号：	/
		参考文号：	CHN448/0111/4700 NRR
		日期：2001 **年** 01 **月** 18 **日**	

外高桥电厂二期工程 2×900MW **机组**
合同号：98IJBJGB/011088DE

SAG/SMPC-2108

主题：DIN **标准管道安装手册**

尊敬的徐先生、姚先生：

随函交付文件 10/20.TE6.ERE.DIN.1-，**共** 16 **套**。
DIN **标准管道安装手册**

文件号：10/20.TE6.ERE.DIN.1-

请向施工公司提交所需的文件。
如有任何问题，请与我们联系。

致良好祝愿。

机务工程项目经理	**项目总经理**
Hermann Kraus	Michael Sterff

<table>
<tr><td colspan="2">外高桥电厂二期工程 2´ 900 MW 机组</td></tr>
<tr><td>文件发送单</td><td>No：SAG-SMPC-2108</td></tr>
<tr><td>自：
西门子 AG
至：
上海外高桥电厂二期工程筹建处
江从铨 主任
华士超 副主任

徐国宝先生
地址：中华人民共和国
上海浦东海徐路 1001 号</td><td>日期：2002.1.23
贵方参考文号：
贵方信函：
我方参考文号：CHN448/0111/4700
PDME 订货号：E760025</td></tr>
<tr><td colspan="2">主题：DIN 标准管道安装手册</td></tr>
</table>

除本文件发送单外，贵方还将收到附件“文件清单 ”中列出的文件及/或图纸。

发送目的：供执行

如果文件上标有“供批准 ”或“请提出意见 ”的字样，请在不迟于…………的时间内将每一份注有批准及/或给出意见的 1 份文件副本返回我方。

如果在该日期我方未得到回复，则本发送单所附的文件将被视为已获批准。

以上原则也适用于确认文件的接收。当贵方确认已收到此发送单时，请在不迟于……的时间内以传真的方式给我方回复，传真号为 0049/9131/18-796913。如果本文件包内的文件未返回我方，则列出的所有文件将被视为已交付。

附件

文件清单

<table>
<tr><td>DTK＝文件类型索引
KKS＝标识代码
Draw.Nr.=图纸号</td><td colspan="2">文件状态：
AEAN＝除注明之处外均获批准
APPR＝批准
CORR＝返回，供修正
ASB＝图纸竣工状态
APEX＝由于到期而批准
UPD＝文件部分更新</td><td>发送目的：
供执行
供提出意见
供批准
供参考</td></tr>
<tr><td colspan="2">分发清单：西门子 AG</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">西门子 AG KWU
P-WAI
Freyeslebenstr.1
D-91058 Erlangen</td><td>接收人：

日期　　　　签名</td></tr>
</table>

外高桥电厂二期工程 2´ 900MW 机组

西门子 AG
文件清单

发送单附件：SAG-SMPC-2108
PDMB **订货号：**E760025

DTK	KKS 代码/OS	文件号/图纸号	UNID	版本	版本日期	说明	状态	媒介
BN02	_/_/_/_		400559023	C	01.04.10	高压给水管道系统		P
QM00	_/_/_/_		400555735	B	01.04.28	高压给水管道的无损检验（NDE）方案		P
QM00	_/_/_/_		400559016	D	01.01.15	高压给水管道系统质量控制（QC）文件		P
DM01	_/_/_/_		400558217	A	01.12.14	DIN 标准管道一般安装技术规范		P
XJ00	_/_/_/_	CHN448-1-Spel-XJ00-44212	400555841	-	01.07.23	管道立体图		P
XK00	_/_/_/_	CHN448-1-S14-XK00-82503	400557036	B	01.07.20	管道支架图		P

列表结束

上海市电力公司（SMEPC）

外高桥电厂二期工程 2×900MW 机组

合同号 98IJBJGB/011088DE

#1 机组/#2 机组

卷号：
TE6.ERE.DIN

文件标识号：
10/20.TE6.ERE.DIN.1-

标题：
DIN 标准管道安装手册

CHN448-1-S14-DM01-57600　　UNID 400 558 217

版本	日期	编写	签名	审查与发布	签名	备注
A	2001-12-14	Mr.Jochmann		Mr.Kraus		

外高桥电厂二期工程 2×900MW 机组

合同号：98IJBJGB/011088DE

#1 机组/#2 机组

安装手册

CHEC/NC 编写

标题
DIN 标准管道安装手册

NC:

设计	签名	审查	签名	批准	签名
Chen Yu		Zhong Wenying		Wang Deyi	

文件号:CHN488-1-S14-DM01-57600 UNID: 400558217

版本	日期	编写	说明
-	2001.4.26	Zhong Wenying	第 1 版
A	2001.7.28	Zhong Wenying	第 2 版

CHEC:

版本	日期	审查	意见
-	2001.5.10	Weng Yanzhu	
A	2001.8.10	Li Guodong	

目 录

第一部分　概述

1　本项目及安装手册概述

1.1　项目概述

外高桥电厂二期工程将建设 2 台单轴超临界凝汽机组(#1 机组和#2 机组)，每台机组容量为 900MW。两台机组的布置方式几乎相同。电厂地址位于中国上海市浦东新区。

本节及后文中出现的各方定义如下：

"承包商"：　中国华电电力设备工程公司(CHEC)，中国北京

"客户"：　西门子发电公司(KWU)，Erlangen，德国

"业主"：　上海市电力公司（SMEPC），浦东新区

"安装公司"：　由"业主"直接授予合同的公司

1.2　供货和服务范围

1.2.1 概述

管道的供货和服务范围包括以下建筑中的高压给水管道系统：

汽机房(UMA)
煤仓间
锅炉房(UHA)

管道的供货范围从锅炉给水泵（BFP）出口开始，至锅炉省煤器入口处的截止阀(-0LAB90AA001)入口结束，不包括高压加热器。

本系统与锅炉锅身和高压旁路喷水系统的接口点位于异径三通支管出口处。

本系统与锅炉给水泵（BFP）最小流量系统的接口点位于最小流量系统的闸阀出口处。

高压给水管道系统的设计应符合德国 DIN 标准。

本系统中的管道材料为 WB36（DN>200）和 15Mo3（DN<80）。

1.2.2 详细的供货范围

1.2.2.1 当管道外径≥60mm 时：

(1) 直管、弯管、三通、异径接头及其它附件应在工厂焊接在一起形成管段。

(2) 各短管（如标准的焊接加强短管、压力焊接加强短管、温度焊接加强短管、吊耳以及类似附件）在运抵现场前，应焊接到管道上。

(3) 对于尺寸大于等于 DN80 的管道，应提供中频弯制的弯头，而不应提供弯管。

(4) 所有管段、配件、弯头等在发货前均应带有已加工好的坡口。

(5) 当弯管的曲率半径小于标称管径的 20 倍时，在对管道进行最终热处理后，应进行液体渗透检验和磁粉探伤检验。

1.2.2.2 当管道外径<60mm 时：

(1) 带有直角切口的直管、配件等在运抵现场前应加工好焊接边缘。

(2) 对于 DN<80 的高压管道，应采用冷弯方法。

1.2.2.3 高压给水管道系统的所有支架/吊架均在供货范围之内。

(1) 所有标准或特殊设计的支架部件在供货时应已预制并涂好底漆，其中包括但不限于以下部件：

- 管夹
- 管夹支座
- 上升管管夹
- 管夹横担
- 变力弹簧与恒力弹簧吊架
- 液压减振器
- 螺杆
- 螺母
- 松紧螺旋扣
- 杆连接装置
- 吊环螺母
- 支架

- U 形夹销
- 焊接吊耳
- 滑座
- 锚固板

(2) 管道支架/吊架采用辅助钢结构，如钢梁、型钢、钢板以及加强板等。

总之，所有部件（从管夹到与建筑结构或辅助钢连接的连接管道）均在供货范围之内。详细资料请参见支架的材料清单。

高压给水管道系统中不允许采用焊接式管夹。

1.2.2.4 高压给水管道系统中的就地压力表也在供货范围之内。

1.2.2.5 承包商应提供合格的焊接材料，包括焊条(TIG 焊丝)。

1.2.2.6 所有其它安装材料和安装工具由安装公司提供。

1.3 图纸概述

1.3.1 WB36 材质的管道

与管道预制和安装有关的所有资料均在预制立体图和支架图中给出。

1.3.2 15Mo3 材质的小口径管道

1.3.2.1 对于尺寸为 DN50（外径 60.3）的管道，仅提供了预制立体图，但未标明支架/吊架的位置。但附有一张典型的支架组装图以供参考。

1.3.2.2 对于尺寸为 DN25（外径 33.7）的管道，为安装公司提供了总体管线敷设方案（包括管道的起点和终点以及特殊要求等），但未标出支架/吊架的位置。附有一张典型的支架组装图以供参考。立体图上的材料清单基于该图纸给出。安装公司负责现场管道的最终布置，并绘制竣工立体图。

1.3.2.3 对于尺寸为 DN15（外径 21.3）的就地压力测量管线，不提供立体图，仅在相关的立体图上给出典型的布置图，并带有预计的材料数量。附有一张典型的支架组装图以供参考。安装公司应负责安装现场管道的正确布置。

1.4 本安装手册概述

本安装手册及其附录和附件由“承包商”编制，以便于“安装公司”准备工作计划、规程和项目计划。

为了开展安全有序的安装活动，“安装公司”应具备或从当地管理机构和“业主”处取得所有必要的批准文件，以保证符合现场所在国家的适用要求、法律、法规与标准。

本安装手册附带有关规程，这些规程为“安装公司”的实际工作准备规程提供了准则与框架。

2. 图纸代码系统的一般说明

本节将对立体图和支架图纸中的不同代码、注解以及缩写的含义进行说明。

2.1 立体图中的符号

立体图的右下角区域有一个标题块。

代码或名称	说明
Field“Drawing No.：CHN448-1-S14-XJ00-xxxxx”	每张立体图的图纸号
Field“Urprung-Nr./Original-No.：CHN448-1-SPEL-XJ00-xxxxx”	西门子原始图纸号
Field“inhaltskennzeichen/contents Code：10LABxxBRxxx”	系统和管路的 KKS 号
Field“UNID：xxxxxxxxx”	每张图纸的唯一识别号
Field“Zah1.-Nr/ Reg.No.：xxxxx”	登记号，与立体图图纸号中数字（80000-80499）相同
Index/Rev.	版本索引： 第 1 版：标有- 第 1 次修订版：标有大写字母 A 以后各修订版：分别标有大写字母 B，C…

标题栏的左侧给出了管道系统的一些基本信息，如主要管线的尺寸与材料、设计与试验压力、设计温度与保温层厚度。

在图纸的几何图形区域，有四个连续编号。其中，方框内的编号指的是零件编号，它对应于图纸右上角的材料明细表中的零件。在椭圆内的编号指的是预制管件编号。焊接分为两类，即工厂焊接和现场焊接。焊接的编码如下：单圆圈内的编号指工厂焊接，而双圆圈内的编号指现场焊接，编号根据最终的焊接顺序排列。

在焊接明细表中，WPS 一栏为焊接工艺规程，可参考焊接工艺要求文件 CHN448-1-S14-BN02-57561，对应于每种焊接，编码为 WPS WGQ-xx。NDE 一栏为 NDE 试验要求，可参考文件 CHN448-1-S14-QM-57562，在该文件中每种 NDE 试验要求的编码依次为 A1、B1 等。

附录 2-1 给出了标有以下各项的立体图示例：

1	每张立体图的焊接号
2	工厂焊接（由 CHEC 分包商在工厂内进行焊接）
3	现场焊接（由“安装公司 ”在现场进行焊接）
4	WPS 编号（焊接时所要依据的焊接工艺规程）
5	NDE 代码（NDE 试验要求代码）
6	材料清单
7	焊接、NDE 试验、 弯制和安装所用文件
8	布置图和示意图参考图号（在布置图上标出了管线）
9	预制短管件编号及其重量
10	支架编号及其用途
11	图纸号
12	西门子原始图纸号
13	系统与管线编号
14	UNID 号
15	登记号
16	保温要求
17	制造公差
18	内外表面处理要求

2.2 支架图纸上的符号

支架图纸的右下角为标题块。

代码或名称	说明
Field“Drawing No.：CHN448-1-S14-XK00-xxxxx”	每张支架图的图纸号
Field “Urprung-Nr./Original-No.：CHN448-1-SPEL-XK00-xxxxx”	西门子原始图纸号
Field “inhaltskennzeichen/Contents Code：10LABxxBQxxx ”	系统和管路的 KKS 号
Field “UNID： xxxxxxxxx ”	每张图纸的唯一识别号

代码或名称	说明
Field “Zah1.-Nr/Reg.No.： xxxxx ”	登记号，与支架图纸号中数字（82500-82999）相同
Index/Rev.	版本索引： 第 1 版： 标有一 第 1 次修订版： 标有大写字母 A 以后各修订版： 分别标有大写字母 B，C…

每张支架图纸上均带有材料清单（标题块的上部），其中的各部件名称和型号均来自 CEPM 目录“管道吊架与支架 ”。选用的螺杆符合 GB/T 19116.1-1997。

在右上角的表中给出了在初始冷态和操作状态时支架的载荷与位移，以及支架的结构设计载荷。

支架图中的坐标和立体图中的坐标一致。

在支架图上，主要钢结构用双点划线标出，主要钢结构不在供货范围之内。

要求现场施焊的位置以小旗标记。

附件 2-2 中给出了一张支架图的示例。

2.3 修订本索引号

当版本为修订版时，修订本索引号应相应地进行更新，但图纸号和 UNID 号不变。在修订本清单中给出了修订本索引号及简单说明。

2.4 文件

所有文件将编纂成“安装手册 ”。

其它文件（如焊制加强接管制造图、计算表、清单等）也应具有文件号、UNID 号和修订本索引号，以便对所有文件进行标识。此类信息均应在每个文件的封页上标出。

第 2 章 附件:

2-1. 立体图示例

2-2. 支架图示例

附件 2-1：立体图示例

请见下面几页

6F019 页图中文字：

1 ：部件号
：工厂焊接
：现场焊接

：预制号
如：

7

注 1： 焊接程序方案：CHN448-1-S14-BN02-57561
注 2： NDE 方案：CHN448-1-S14-QM-57562
注 3： 弯制程序：CHN448-1-S14-QM-57563（QC-08）
注 4： 管道安装手册：CHN448-1-S14-DM-57600
注 5： 根据 DIN 2559 和 DIN EN 25817，如果焊接端的偏差不超过 2mm，则不必进行配合。
注 6： 在将带有保护管的短管运到现场的过程中，应采取适当的保护措施。

13

管道立体图

建筑物 10UMA

附件 2-2：支架图示例

请见下面几页

6F021 **中的文字**：(1)

涂漆：工厂底漆	**保温层厚度：**70mm
立体图号：CHN48-1-S14-XJ00-80052	**计算节点：**LAB1-230

(2)

冷位移(mm)			**热位移**(mm)			**管道高度**(m)		
X	Y	Z	X	Y	Z	**设计**	**安装**	**工作**
			2.425	16.140	-6.042	15.190	15.190	15.184
管道设计压力		**载荷**(kN)	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
36.9MPa		**冷态**	0	0	-33.073	0	0	0
管道设计温度		**工作**	0	0	-35.101	0	0	0
207℃		**设计**	0	0	-42.277	0	0	0

(3)

注：

1. **关于图中未标出的尺寸和焊接要求，请参见"水汽管道支吊架设计手册"和** CEPM **产品目录"管道支吊架"。**
2. **关于安装要求，请参见"安装手册"。**
3. **根据** GB/T 17116.1-1997 **选择焊条。**

(4)

		I **钢**					
		螺母					
		滑座					
		管夹横担					
		螺纹杆					
		变力弹簧吊架					
		螺纹杆					
		支架					
		单吊耳附件					
序号	**型号**	**名称**	**数量**	**材料**	**单位重量**	**总计**	**备注**
					重量		
材料清单							

(5)

	标题: **管道支架图** **弹簧吊架** **建筑物：** 10UMA	

(6)

7 **现有的钢结构**

8 **现有的钢结构**

9 **<u>平面图</u>**

3. 焊接方案及焊接工艺规程

3.1 使用范围

本焊接方案用于对预制及安装的焊接工艺进行规划，并用于填写立体图中的焊接方案。

待采用的焊接工艺规程、焊工及焊接操作人员的资质应满足 DIN EN 287-1 和其它标准的要求。焊接工艺及工艺条件应满足最新版 AD-HP2/1 和 TRD 201 标准的要求。

在预制或现场安装时，负责焊接方应对焊接工艺进行试验以证明其合格，并对从事焊接工艺的焊工和焊接操作人员进行技术鉴定。

应根据待焊接的母材及其厚度选择相应的焊接工艺规程（WPS）。

3.2 坡口形状

对接焊的坡口制备应符合 DIN 2559 标准，不加垫环。请参见附件 3-1 中的类型 22 和类型 4。对接焊的端面应采用机加工或类似的方法制备。详细资料请参见相关的焊接工艺规程（WPS）。

对于管道与配件或阀门之间的对接焊端部，管道的坡口形状应与配件或阀门的坡口匹配。

高压给水管道系统的管端坡口的详细资料已在立体图中给出。

在任何时间和任何情况下都应保证管道的最小壁厚。

关于详细资料，请参阅 DIN2559。

3.3 焊接工艺和技术

A. 所有根部焊道采用钨极惰性气体保护电弧焊（TIG）（本文称 GTAW）。填充层和药皮涂层应满足屏蔽金属电弧焊（SMAW）的要求。在焊接之前，应对焊接端进行清理，以避免焊接时存在杂质。

对于合金母材（如 WB36），不允许使用定位焊。合金钢管道应采用调节装置进行找正。

B. 焊接金属

填充金属和熔化嵌条的化学成分应与母材的化学成分相同。在储存和

干燥焊接填充金属时应控制其温度，并遵守焊条制造商的说明。

C. 配合

在任何情况下，焊接端的内部偏差不应超过 DIN-EN 25817 中验收标准 B 规定的极限值。

关于管道配件端面制备的冲洗尺寸，请参见附件 3-3。

D. 热处理

焊缝的预热和后热处理应符合适用规程的要求。详细要求请参见相关的焊接工艺规程（WPS）。

预热处理时应采用电热源。在预热处理时，可采用温度指示碳棒进行温度监视。

在进行焊缝的后热处理时，应采用电热源、自动或手动温度控制装置以及自动图形记录器。在进行后热处理过程中，应按照有关规程控制加热和冷却速率。

在现场消除管道的应力时应使用电热源。

在进行焊接前，管道部件的温度至少应为 10℃。预热温度超过 10℃时应符合现行的标准。如果要求预热温度超过 10℃，则层间温度至少应等于预热温度。

3.4 焊接位置

允许的焊接位置由质量要求决定。一般来说，不应采用下坡焊，除非有特殊的要求。

3.5 预清洗和中间清洗

在进行合金和有色金属材料的焊接时，应当特别注意清洗工序。如果担心抛光面不够清洁（用一块干净的白棉球试验），可用一块蘸有合适溶剂（如无机酒精、乙醇、丙酮等）的湿布擦洗坡口及周围区域。

为了得到完全令人满意的焊缝，应清除焊层间的所有焊渣，并刷扫焊道或将其打磨平整。

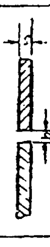
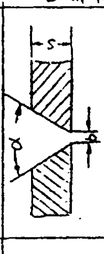
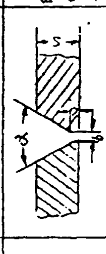
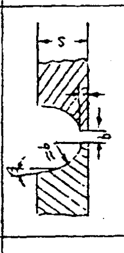
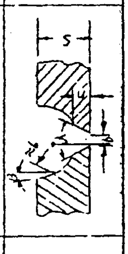
第 3 章 附件：

3-1 **符合** DIN 2559 **标准的坡口形状（中文与德文）**

3-2. **焊接工艺方案**：CHN448-1-S14-BN02-57561
焊接工艺规程（WPS）**表（数页）**

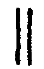
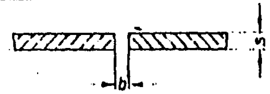
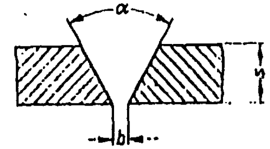
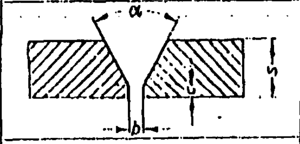
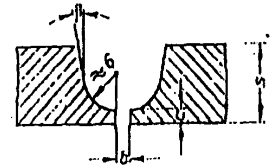
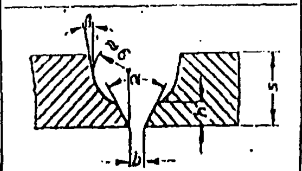
3-3. **符合** DIN 2559 **标准的匹配直径**

附件 3-1
符合 DIN 2559 标准的坡口形状（中文）

序号	工件厚度 S	名称	符号 1)	坡口形状剖面图	尺寸 α 角	尺寸 β 度	尺寸 钝边 2) 间隙 b	尺寸 钝边高度 c	尺寸 坡口高度 h	焊接方法 打底焊	焊接方法 其余焊层
1	3以下	无坡口焊缝 (I)	||		—	—	0至3	—	—	保护气体电弧焊气焊 3)	—
21	16以下	V型坡口焊缝	V		保护气体电弧焊40至50；电焊和气焊60	—	0至3	—	—	焊条电弧焊，保护气体电弧焊，气焊 3)	电弧焊保护气体电弧焊，气焊 3) 适用于S=10以下的板厚
22	16以下	V型坡口焊缝	V		保护气体电弧焊40至60；电焊和气焊60	—	0至4	2以下	—		
3	12以上	U型坡口焊缝	U		—	8	0至3	2以下	—		电弧焊 保护气体电弧焊
4	12以上	U型坡口焊缝 V型焊根	U		90	8	0至3	—	≈4		

1) 辅助标记见 DIN 1912。
2) 所列尺寸为点焊状态。
3) 奥氏体钢只有经定货人同意才能采用此种坡口。

附件 3-1
符合 DIN 2559 标准的坡口形状（德文）

Kenn-zahl	Wand-dicke s	Benennung	Sinnbild[1])	Fugenformen Schnitt	Maße α Grad ≈	Maße β Grad ≈	Maße Steg-abstand[2]) b	Maße Steghöhe c	Maße Flanken-höhe h	Schweißverfahren Wurzel-lage	Schweißverfahren weitere Lagen
1	bis 3	I-Naht			–	–	0 bis 3	–	–	SG, G[3])	–
21	bis 16	V-Naht			40 bis 60 für SG 60 für E und G	–	0 bis 3	–	–	E, SG, G[3])	E, SG, G[3]) bis s = 10
22	bis 16	V-Naht			40 bis 60 für SG 60 für E und G	–	0 bis 4	bis 2	–		
3	über 12	U-Naht			–	8	0 bis 3	bis 2	–		E, SG
4	über 12	U-Naht auf V-Wurzel			60	8	0 bis 3	–	≈ 4		

1) Zusatzzeichen siehe DIN 1912.
2) Die angegebenen Maße gelten für den geheftelten Zustand.
3) Bei austenitischen Stählen nur mit Einverständnis des Bestellers.

附件 3-2
焊接工艺方案：CHN448-1-S14-BN02-57561
焊接工艺规程（WPS）表（数页）

外高桥电厂二期工程 2×900MW 机组

合同号：98IJBJGB/011088DE

#1 **机组**/#2 **机组**

焊接工艺规程（WPS）文件

CHEC **编写**

标题：

高压给水管道系统

文件号：

CHN-448-1-S14-BN02-57561

文件 UNID **号**：

400 559 023

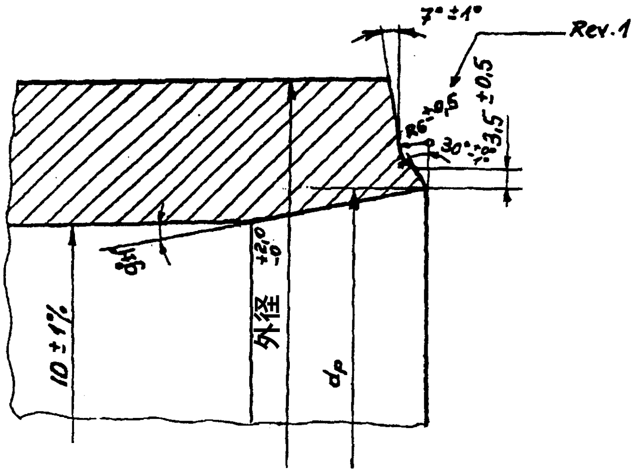
CHEC

版本	编写	签名	审核	签名	备注
C	Xing Cang		Li Jianliu		

焊接工艺规程（WPS）文件

目 录				
序号	条目	版本	页数	备注
WPS				
	封面	C	1	
1	WPS WGQ-01 & WPS WGQ-01(1)	C	2	由 TUEV 校对
2	WPS WGQ-02	C	1	
3	WPS WGQ-03	C	1	
4	WPS WGQ-04	C	1	
5	WPS WGQ-05	C	1	
6	WPS WGQ-06	C	1	
7	WPS WGQ-07	C	1	
8	WPS WGQ-08	C	3	
9	WPS WGQ-09	C	1	
10	WPS WGQ-10	C	1	

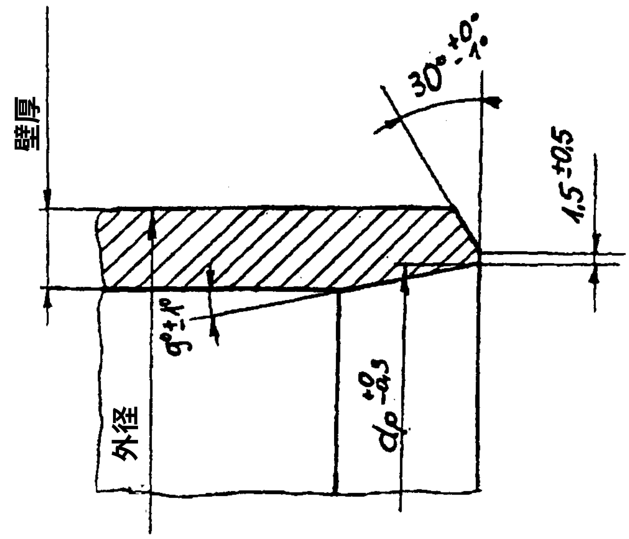
附件 3-3
符合 DIN 2559 标准的匹配直径



根据 DIN 2559 第 2 部分进行管端坡口制备
坡口形状的标识号为 4，边缘应匹配

系统	材料	主尺寸	匹配直径 d_p	外径
LAB LAH	15NiCuMoNb5（WB36）	内径 190×26 最小壁厚	191.9 +0/-0.5	251
		内径 200×19 最小壁厚	202.0 +0/-0.5	245
		内径 275×22 最小壁厚	277.7 +0/-0.5	328
		内径 275×25 最小壁厚	277.7 +0/-0.5	335
		内径 305×24 最小壁厚	308.0 +0/-0.5	362
		内径 305×41 最小壁厚	308.0 +0/-0.5	401
		内径 325×26 最小壁厚	328.2 +0/-1.0	387
		内径 395×31 最小壁厚	398.9 +0/-1.0	469
		内径 460×37 最小壁厚	464.6 +0/-1.0	548
		内径 430×34 最小壁厚	434.3 +0/-1.0	511

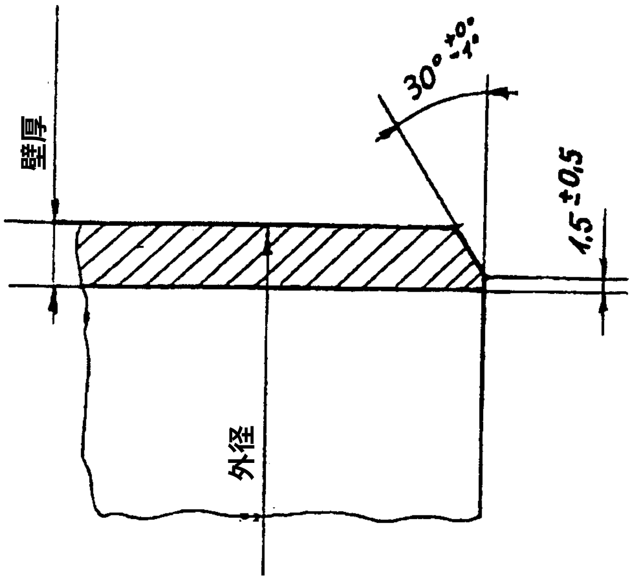
附件 3-3
符合 DIN 2559 标准的匹配直径



根据 DIN 2559 第 2 部分的规定进行管端坡口制备
坡口形状的标识号为 22，边缘应匹配

系统	材料	主尺寸	外径	壁厚	匹配直径 d_p
LAB LAH	15Mo3	**外径** 60.3×8.0 **壁厚**	$60.3^{\pm0.6}$	$8.0^{+1.0}_{-0.8}$	$45.5^{+0}_{-0.3}$
		外径 60.3×8.8 **壁厚**	$60.3^{\pm0.6}$	$8.8^{+1.1}_{-0.8}$	$44.0^{+0}_{-0.3}$
		外径 60.3×12.5 **壁厚**	$60.3^{\pm0.6}$	$12.5^{+1.1}_{-1.1}$	$37.0^{+0}_{-0.3}$

附件 3-3
符合 DIN 2559 标准的匹配直径



根据 DIN 2559 第 1 部分进行管端坡口制备
标识号为 22，V 形坡口对接焊缝

系统	材料	主尺寸	外径	壁厚
LAB LAH	15Mo3	外径 21.3×2.9 壁厚	$21.3^{\pm 0.5}$	$2.9^{+0.4}_{-0.3}$
		外径 21.3×4.0 壁厚	$21.3^{\pm 0.5}$	$4.0^{+0.6}_{-0.4}$
		外径 33.7×5.0 壁厚	$33.7^{\pm 0.5}$	$5.0^{+0.6}_{-0.5}$
		外径 33.7×6.3 壁厚	$33.7^{\pm 0.5}$	$6.3^{+0.8}_{-0.6}$

4. 焊工培训程序

4.1 一般资格要求

本程序适用于外高桥电厂 2×900MW 超临界机组给水管道现场安装焊工的培训。但安装公司应承担焊接的所有责任。安装公司应具有（或编制）“业主”及当地管理机构认可的所有必要的焊接工艺评定（PQR’s）及焊工资格证书。

本程序给出了采用屏蔽金属电弧焊（SMAW）和钨极惰性气体保护电弧焊(GTAW)方法焊接给水管道时对焊工的基本要求和培训程序。

4.2 对焊接人员的基本要求

焊接人员应身体健康，适于从事焊接工作。视力良好，无色盲且视力高于 5.0。

焊接人员应一直在当前认可的范围内从事焊接工作。超过六个月未从事焊接工作者，不得从事焊接工作。

焊接人员应接受过职业知识培训和实际操作培训，至少具有一年以上焊接工作经验。

4.3 焊工职业知识培训

4.3.1 焊工职业知识培训由合格的焊工培训教师负责。

4.3.2 职业知识内容包括：

4.3.2.1 电弧焊设备

a. 必要部件和设备的识别和组装
b. 焊接电流类型
c. 焊接回流电缆的正确连接

4.3.2.2 焊接工艺

a. 用涂药焊条进行金属电弧焊
- 焊条的处理和干燥
- 各种焊条的区别

b. 屏蔽金属电弧焊

- 焊条的类型和规格
- 保护气体及其流量的识别
- 焊嘴或导电嘴头的类型、规格和维护
- 金属过渡形式的选择和限制
- 防止焊弧拉弧的保护措施

4.3.2.3 母材

a. 母料识别
b. 预热处理的方法及控制
c. 层间温度控制

4.3.2.4 焊材

a. 焊材的识别
b. 焊材的储存、搬运和有关条件
c. 选择正确的规格
d. 焊条和填充焊丝的清洁度
e. 焊丝卷盘的控制
f. 气体流量和质量的控制与监测

4.3.2.5 安全和事故预防

a. 概述
   - 安全组装、调整和关停程序
   - 焊接烟尘和气体的安全控制
   - 个人防护
   - 火灾
   - 在有限空间内的焊接
   - 焊接环境意识
b. 所有电弧焊接工艺
   - 防止发生电击危险
   - 电弧辐射
   - 漏弧效应
c. 屏蔽气体电弧焊

- 压缩气体的安全储存、搬运和使用
- 气体软管和配件的泄漏检测

4.3.2.6 焊接顺序/程序

了解焊接程序要求和焊接参数的影响。

4.3.2.7 坡口加工和焊缝处理

a. 按照焊接工艺规程（WPS）进行坡口制备
b. 坡口面的清洁度

4.3.2.8 焊缝缺陷

a. 焊缝缺陷的识别
b. 原因
c. 预防及补救措施

4.3.3 焊工的认可

焊工应熟知认可范围。

在接受职业知识培训后，焊工应通过培训部门组织的考试。职业知识的考试范围仅限于考试中采用的焊接工艺的相关知识。未通过考试者不得参加焊接实际操作培训。

4.4 焊接实际操作培训

4.4.1 焊接实际操作培训应在合格的焊工培训教师的指导下进行。

4.4.2 焊接实际操作培训的内容应根据以下各项予以确定：

a. 焊接工艺
b 母材
c. 管道规格
d. 接头及坡口的详细情况
e. 焊接位置
f. 填充金属

4.4.3 焊接工艺包括屏蔽金属电弧焊（SMAW）及钨极惰性气体保护焊（GTAW），并应遵守下述规定：

a. 两种焊接工艺应分别进行培训，不得相互代替。

b. 如果需要同时采用两种工艺进行焊接，则应对两种焊接工艺单独或同时进行培训。

4.4.4 管道材料应按照表 4-1 进行分类并应符合下述要求：

表 4-1 管道材料分类

母材类别	说明	等级	材料类型
W01	低碳非合金（碳-锰）钢及/或低合金钢；细晶结构钢，屈服强度不超过 360N/mm²	I	St35.8， St45.8
		II	15Mo3， 16Mo5， 17Mn4，19Mn5， 19Mn6
W02	铬钼（CrMo）及/或铬钼钨(CrMoV)抗蠕变钢	I	14MoV63， 13CrMo44
		II	10CrMo910， P22
		III	X20CrMoV121， P91
W11	铁素体-奥氏体不锈钢和奥氏体不锈钢，铬镍合金（CrNi）钢		X5CrNi18-10 X2CrNi19-11 X5CrNiMo17-13 X6CrNiTi18-10
W03	经过正火、淬火、回火和机械热处理的细晶结构钢，屈服强度大于 360N/mm²，以及相似的焊接镍合金钢，镍含量在 2%-5%之间	I	15NiCuMoNb5

a. 用于焊工培训的管材应从 W01 类材料开始，逐类递增。

b. 对于 W01 类焊接材料已合格的焊工可直接参加 W02、W03、W11 类焊接材料的培训。

c. 如果焊接位置相同，则对于同一规格范围（见表 4-2）内的某种材料已合格的焊工可以不参加相同等级和规格的其他材料的焊接培训。

d. 对于焊接不同管道材料的焊工，应根据实际情况进行单独培训。

表 4-2 管道适用范围

管道规格（mm）		适用范围（mm）	
外径	标称壁厚	外径	标称壁厚
D≤25	T≤3	D~2D	T~2T
25<D≤150	3<T≤12	0.5D~2D (最小 25mm)	3~2T
D>150	T>12	≥0.5D	≥5

4.4.5 用于焊接培训的管材种类、规格及数量在附录 4-1 中列出。

4.4.6 用于焊接培训的接头应为符合下述要求的对接焊缝和角焊缝：

4.4.6.1 对接焊缝

a. 当管道的标称壁厚等于或小于 3mm 时，其接头应削为方形或轻微倒角。

b. 当管道的标称壁厚大于 3mm、小于或等于 16mm 时，应加工为半 V 形坡口，如图 4.1 所示。

c. 当管道的标称壁厚大于 16mm 时，应加工为复合 V 形坡口，如图 4.2 所示.。

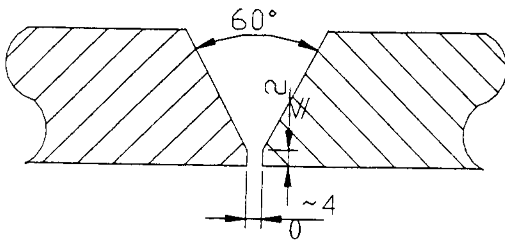


图 4.1：壁厚大于 3mm、小于或等于 16mm 的焊接坡口

4.4.6.2 角焊接头的坡口类型应符合适用标准。

4.4.7 对接焊和角焊的焊接位置如图 4.3.所示。在每个焊接位置都应对焊工进行基本培训。

4.4.8 用于培训的焊条和焊丝应与在实际焊接中所使用的材料相同。焊接参数应根据相应的焊接工艺规程（WPS）予以确定。WPS 已 在第 3 章给出。

4.4.9 通过培训获得资格证书的焊工可以进行焊接工作。

4.4.10 **焊工的实际操作技术评定过程应按照** EN287-1:1992+A1:1997 **的规定进行。**

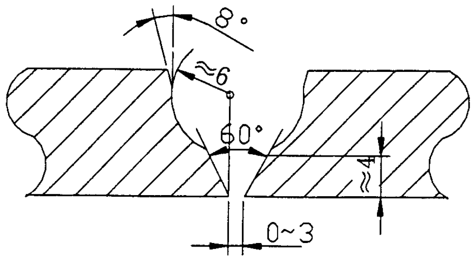


图 4.2：**壁厚大于** 16mm **的焊接坡口**

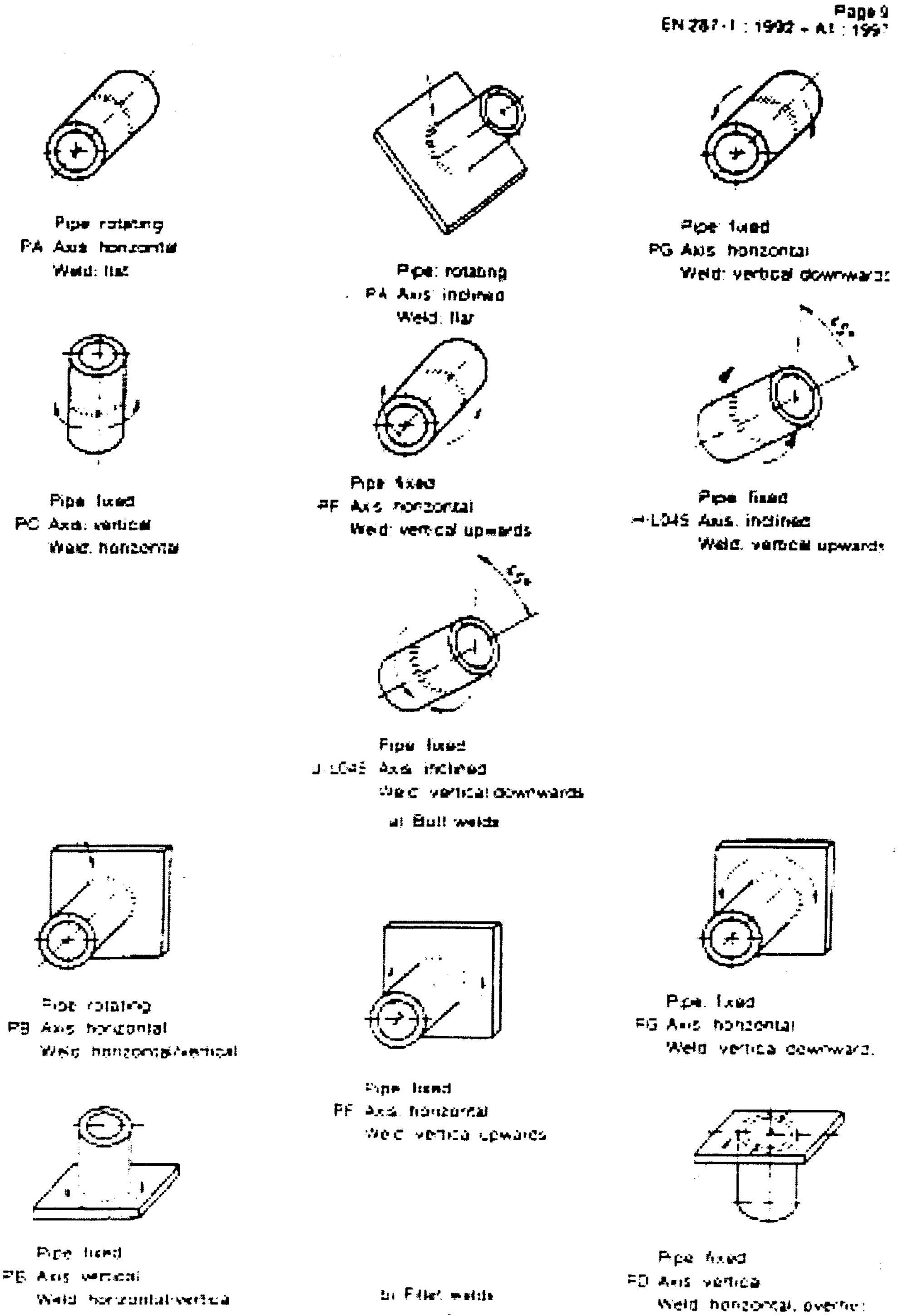


图 4.3：对接焊和角焊的焊接试验位置

第 4 章　附录

4.1 焊工现场培训材料（包括必需的焊条）

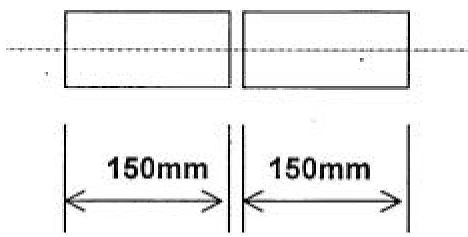
附件 4-1
焊工现场培训材料（包括必需的焊条）

在规定的压力部件和管道焊接资格考试中，承包商应提供足够数量的管道材料 15NiCuMoNb5、15Mo3 和相关的焊条/焊丝，用于培训 5 名焊工对每种管道材料的焊接。每位焊工均有一套培训材料，包括试验材料、练习材料和考试材料。

#用于培训的材料、焊丝及焊条

序号	条目		材料/焊条/焊丝	规格 mm	长度 mm	数量
1	直管	对接焊	15NiCuMoNb5	内径 305×25	150	15 件
		角焊			250	10 件
	焊条		SH Schwarz 3K Ni	3.2×350	/	33Kg
			SH Schwarz 3K Ni	4.0×350	/	46Kg
	焊丝		Union I Mo	2.4×1000	/	3Kg
2	直管	对接焊	15Mo3	外径 60.3×10	150	28 件
		角焊			250	10 件
	焊条		SH Schwarz 3k	2.5×350	/	6Kg
			SH Schwarz 3k	3.2×350	/	10Kg
	焊丝		Union I Mo	2.4×1000	/	2Kg

在进行对接焊时，焊缝每侧试件的长度应为 150mm，见下图。如上所述，承包商为焊工培训提供的材料两侧均加工有坡口。



5 NDE 方案

外高桥电厂二期工程 2×900MW 机组

合同号：98IJBJGB/011088DE

#1 **机组**/#2 **机组**

安装手册

CHEC/NC **编写**

标题：

高压给水管道 NDE 方案

文件号:CHN488-1-S14-QM-57562 UNID: 400555735

版次	日期	编者	说明
A	2000.4.17	Chen You	第 1 版
B	2000.4.28	Zhong Wenying	根据西门子意见修订

NC:

编写	签字	校对	签字	批准	签字
Chen Yu		Zhong Wenying		Wang Deyi	

CHEC:

修订版	日期	校对	备注
A	2000.4.17		
B	2000.4.28		

外高桥电厂 2×900MW 机组高压给水管道 NDE 方案
（工厂和现场焊接用）

本方案依据合同第 12.2 节、质量保证/质量控制文件、无损检验（NDE）和试验文件对检查范围进行了规定。同时，本方案基于立体图中的焊接规范确定了检查方法。

5.1 对接焊缝

代码	材料	尺寸范围	NDE
A1	15NiCuMoNb5	壁厚>15mm	100%UT+100%HT+100%ST+10%MFC+100%VT
B1	15Mo3/A106Gr.C	壁厚>15mm	50%UT(L)+20%UT(T)+10%HT+10%ST+100%VT
B2	15Mo3/A106Gr.C	壁厚≤15mm	50%RT+10%HT+10%ST+100%VT
B3	15Mo3/A106Gr.C	外径 ≤60.3mm	10%RT+100%VT

5.2 支管焊缝

代码	材料 l	NDE	备注
H1	15NiCuMoNb5	100%UT+100%HT+100%ST+10%MFC+100%VT	高质材料的 NDE 方案适用于异种材料的焊缝检查
H2	15Mo3/A106Gr.C	25％UT＋100％ST＋100％VT	UT 取决于外形尺寸(内径>200mm，壁厚>15mm)
H3	碳钢	10％ST＋100％VT	
H4	不锈钢	10％ST＋10％MFC＋100％VT	
D1	附件（吊耳）	10%ST+100%VT	

5.3 缩写注释

UT	超声波检验	MFC	红外线或铁素体检查
RT	射线检验	ST	表面裂纹检查
VT	外观检查	HT	硬度试验

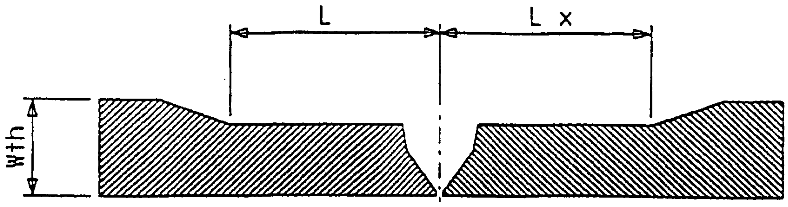
注：

1. 对接焊缝的超声波检验（UT）应包括纵向不连续 UT（L）和横向不连续 UT（T）。
2. 在对横向不连续的焊缝进行超声波检验时，应将焊缝加工光滑。
3. 表面裂纹检查可采用液体渗透检验法（PT）或磁粉探伤检验法（MT）。

第 5 章　附件：

5-1　**对接焊缝和弯头上的圆柱形未加工端部的最小要求尺寸取决于超声波检验（UT）的要求。**

附件 5-1
对接焊缝和弯头上的圆柱形未加工端部的最小要求尺寸取决于超声波检验（UT）的要求



Wth	要求的长度 L	
壁厚	两侧	一侧
15-20	3 × Wth + 30	3 × Wth + 30
>20	2 × Wth + 30	

如果不能保证两侧的长度相等（L=Lx），则按下列方法处理：

L 必须满足某一侧的取值要求

Lx 的最小值必须达到 2×Wth

焊接表面必须研磨平滑，且通过超声波交叉检验。

6. 加工工艺

6.1 热处理工艺

请参阅第 13 章附件：QC 文件 CHN448-1-S14-QM-57563，QC-09

6.2 中频弯制

请参阅第 13 章附件：QC 文件 CHN448-1-S14-QM-57563，QC-08

6.3 冷弯制

请参阅第 13 章附件：QC 文件 CHN448-1-S14-QM-57563，QC-17

7 管道检验与检查程序

7.1 管道检查与试验方案

请参阅第 13 **章附件**：QC **文件** CHN448-1-S14-QM-57563，QC-01

7.2 磁粉探伤程序

请参阅第 13 **章附件**：QC **文件** CHN448-1-S14-QM-57563，QC-10

7.3 液体渗透法检查程序

请参阅第 13 **章附件**：QC **文件** CHN448-1-S14-QM-57563，QC-11

7.4 射线检验程序

请参阅第 13 **章附件**：QC **文件** CHN448-1-S14-QM-57563，QC-12

7.5 超声波检验程序

请参阅第 13 **章附件**：QC **文件** CHN448-1-S14-QM-57563，QC-13

7.6 外观检查程序

请参阅第 13 **章附件**：QC **文件** CHN448-1-S14-QM-57563，QC-14

8 清洗程序

请参阅第 13 章附件：QC 文件 CHN448-1-S14-QM-57563

QC-03 清洗与涂层程序

QC-06 低合金钢管道的清洗与酸洗程序

9 高压给水管道系统的水压试验程序

9.1 范围及适用性

本程序适用于高压给水管道系统的水压试验。

9.2 责任

“安装公司”必须遵守本安装说明书，并进行正确的水压试验。

高压给水管道系统的水压试验应按照 TRD 503 中的规定进行，试验压力在立体图中列出。

9.3 程序

9.3.1 压力试验准备

9.3.1.1 管道的预检查

在试验开始前，应对试验管线进行检查，并释放管道压力。

固定弹簧吊架或恒力吊架。

在进行压力试验时，应去除所有未经过压力试验的接头（包括焊缝）的保温层，以便进行试验。

如果试验回路中存在阀或其它不能承受压力试验的部件，则应采用盲板或类似的方法将这些部件隔离。

9.3.1.2 压力表的控制

在进行压力试验时，应使用两只独立的具有足够精度的压力表。

在进行压力试验前，应对泵的性能、压力表以及试验管线进行检查。

压力表的量程应为试验压力的 0.5 到 1.5 倍。

9.3.1.3 管道的冲洗、注水和放气

(1) 冲洗

在进行压力试验前应冲洗管道。整个系统应用清水冲洗。

(2) 注水和放气

在注水前，应检查试验回路是否具有足够的放气口，所有放气口应保持开启。建议从最低点开始慢慢地注水，使空气从位于最高位置的具有足够大尺寸的放气口逸出。当看见水流出时，应关闭放气口。

9.3.2 压力试验性能

(1) 注入管道的水应不含粗粒杂质或其它成分，因为这些杂质会影响或污染管道内壁。在检查期间，注入管道中的水的温度应不超过 50 ℃，也不应低于 5℃。当环境温度低于 0℃时，不应进行压力试验。

(2) 为防止管道系统在试验期间发生破裂，应采取合适的防护措施避免试验管道附近的人员受到伤害。

(3) 仅当检查人员到达之后，才允许将试验压力升高至运行压力。在检查人员发出指令之前，不得施加允许的试验压力。

9.3.3 试验评估/要求

对所有接头和连接处的密封性进行外观检查。在管道系统中，除设备、阀门或塞子的局部有可能发生泄漏外，其它地方不应有明显的滴水或漏水。

9.3.4 文件

试验性能应填写在所附的试验表中，其中应包括所有必需的参数：

- 压力试验回路
- 试验压力
- 试验温度
- 试验持续时间
- 试验介质
- 试验结果

最后由试验检查人员填好日期并签名。

第 9 章　附件

9-1　压力试验报告

9-2　蒸汽锅炉 TRD 技术规范摘要

TRD 503　运行前检查-最终工厂检查及水压试验

附件 9-1

压力试验报告

<table>
<tr><td>CHEC/NC</td><td colspan="2">水压泄漏试验证书 1)</td><td>记录号：
HT/LT1)
共　页，第　页</td></tr>
<tr><td>外高桥电厂 2×900MW 机组</td><td colspan="2">流程图号：</td><td>HT/LT1)发布号：</td></tr>
<tr><td>管线的 KKS 号</td><td colspan="2">等级：</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">1.　检验区域
1.1　基于流程图的说明：
1.2　压力试验范围的相关立体图
(参见附件__________至 __________)
1.3　压力试验范围适用的部件
(参见附件__________至 __________)</td></tr>
<tr><td colspan="4">2.　检验要求
技术规范：　　版本：
PFP 编号：　　版本：　　试验步骤号：</td></tr>
<tr><td colspan="4">3.　检验数据
试验压力：　　Mpa　　试验压力保持时间：　　min.
4.　试验日期：
5.　试验结果：</td></tr>
<tr><td>签字(“安装公司”)：

日期：</td><td>签字：调试代表

日期：</td><td colspan="2">签字：(“业主”代表)

日期：</td></tr>
<tr><td>1) 如果不适用可删除</td><td>HT＝水压试验</td><td colspan="2">LT＝泄漏试验</td></tr>
</table>

附件 9-2
蒸汽锅炉 TRD 技术规范摘要

TRD 503　　运行前检查-最终工厂检查及水压试验

UDC 621.18-987：620.1.001.41　　　　1978 年 10 月版

蒸汽锅炉 技术规范 (TRD)	**运行前检查 -最终工厂检查及水压试验**	TRD 503 检查和试验

蒸汽锅炉技术规范（TRD）反映了材料、制造、设计、设备、安装、试验以及锅炉运行的安全要求。该技术规范由 Deutscher Dampfkessel-Ausschuβ（DDA）**编写，并根据最新的技术发展进行了更新。**

TRD 503 **为联邦社会劳动部**（BMA）**导则。**

本 TRD **由** Vereingung der Techniischen Überwachungs-Vereine e.V.(VdTÜV),Essen **以** Deutscher Dampfkesselausschuβ **的名义出版。由** Fachverband Dampfkessel-, Behälter-und Rohrleitungsbau e.V.(FDBR), Dusseldorf **翻译。**

本文件的翻译如有疑问，以德文为准。

目 录

1. 范围

本导则适用于包括一个或多个高压蒸汽锅炉的蒸汽锅炉组的最终工厂检查和水压试验。

2. 检查范围

2.1 进行最终工厂检查和水压试验的设备范围包括蒸汽锅炉、给水加热器、燃烧系统烟道内的可闭锁过热器和再热器，以及锅炉房中的减温器。

2.2 符合 TRD 502，2.2 节中的部件仅需按照 4.2.1（2）中的规定进行检查。不应对这些部件进行最终工厂检查和水压试验。

2.3 这些试验（如果有的话）应在制造车间或安装现场进行，确定试验的时间应保证尚能够对在早期检查中已确定的部件进行充分的检查。最终工厂检查的最后部分应在如 2.1 节所述的组装完好的压力体上进行。

3. 检查文件

3.1 为进行最终工厂检查，应提交 2.1 节中所述的部件的原始检验图纸。而且，还应提交符合 100 系列的 TRD 和 200 系列的 TRD 的检验证明书各两份，并按照 4.1.4 节中的 TRD001 考虑所用的材料。在进行部分工厂检查时，经检查人员同意后，也可提交临时材料试验证书，利用该证书，可能已经能够对材料进行压印。在这种情况下，应提交确认证书以用于最终工厂检查。

3.2 如果部件都记录在一个清单中，这些部件带有材料的专有商标，则不需要提供材料证书，也不需要提供符合 DIN 50049 标准的验收试验证书 A。该清单（或单独的说明书）应包含材料证书的所有资料，如材料生产商、材料证书的名称、材料的类型和规格（壁厚、直径）等。

4. 最终工厂检查试验性能

4.1 概述

蒸汽锅炉和部件的最终工厂检查通常是进行外观检查，也可采用其它适当的辅助方法进行。

在进行最终工厂检查时，需要进行一些其它试验，试验类型和试验性能应通过用户、制造商和检查人员的共同协商予以确定。

4.2 与原始检查文件一致的检查证书

4.2.1 材料证书

(1) 材料证书之间的关系应通过对部件的标记予以确定。另外，应检查材料证书中的资料，如材料的类型和等级、壁厚等是否与原始检验文件中的一致。

(2) 对于符合 TRD 502 第 2.2 节的部件，不需要将材料证书附到检查文件中。如果带有符合 DIN 50049 标准的验收证书的材料是采用 DIN 2413 中给定的安全因数计算而获得，则应提交验收试验证书以供检查。

4.2.2 热处理证明

应检查 2.1 节所述部件的热处理证明是否满足系列 100 和 200 的 TRD 的要求。

4.2.3 无损检验证明

应提交 2.1 节中所述部件的无损检验报告以供检查。

4.3 对 2.1 节所述部件的结构检查

4.3.1 尺寸

应检查影响部件的技术安全的尺寸，以及各部件在蒸汽锅炉中的位置、喷嘴的位置和尺寸、最小水位标记和给水喷嘴，如果 TRD 201 中有规定，还应检查锅炉汽包和圆柱形部件的失圆度和平直度偏差。还应现场检查承压管的布置、管孔的间距和设计。

4.3.2 表面

应现场检查部件（尤其是成形部件）的表面是否存在缺陷。如果部件还未成形或在进行成形产品的验收时已进行表面缺陷检验，则最终工厂检查仅限于检查连接区域。

4.3.3 焊接接头和膨胀接

应采用 2.3 节中的记录评估焊接接头和膨胀接的缺陷。

应检查焊工的资格证书。

4.3.4 **支承和支架**

如果为水管锅炉，则应检查蒸汽锅炉、汽包和联箱的支承的支承能力以及膨胀的可能性。

4.3.5 **内部结构**

应检查锅炉汽包、联箱和喷水减温器的内部结构装置。

4.3.6 **检查通道**

应检查通道和检查孔是否易于接近，以及安装通道设施的可能性。

4.4 固定部件测量点的基本尺寸

蒸汽锅炉的部件在计算时采用了与时间有关的设计强度值，应确定测量点，并现场检查基本尺寸（另请参见 TRD 508）。

5. 水压试验

5.1 标准表压值

(1) **除**（2）、（3）**两种情况外，标准表压值应为：**

对于陆用锅炉和铆接锅炉， $P' = 1.3\ P_1$

对于陆用锅炉和铆接锅炉，当汽包、联箱和管子为无缝或焊接时， $P' = 1.2\ P_1$

对于船用锅炉， $P' = 1.5\ P_1$

其中：
P' = **试验表压力**（bar）
P_1 = **设计压力**（bar）

对铸铁锅炉而言，试验表压力应符合 TRD 501 **中的规定。但在任何情况下，试验表压力至少应为** P_1+1 bar。

如果为小型锅炉 [1]，**当不能对其内部进行足够的检查时，标准表压可增加至** 1.5 P_1。

[1] **压力和容积的乘积** P*L≤3000

(2) 如果为直流锅炉，则标准表压至少应等于对应于最大蒸发容量下的设计压力时水入口压力的 1.1 倍。可利用等于各部件的压力计算值中的某个压力对直流锅炉的各部分进行试验。但采用此方法的前提是可以用相同的方法进行周期性的水压试验。这也适用于强制循环锅炉。

(3) 对于同时承受内部压力和外部压力的锅炉部件，在锅炉运行时两个压力往往会同时出现，这时试验表压力应取计算值。

(4) 对于采用烟气加热的给水加热器，标准表压如下：

— 对于陆用锅炉，为设计压力的 1.3 倍（铸铁）或 1.2 倍（钢和钢芯铸铁）

— 对于船用锅炉，为设计压力的 1.5 倍

烟气加热的给水加热器的设计压力为(Pv)[2)2)]。

5.2 标准表压的应用和持续时间

(1) 当待测部件已承受工作表压后，应在检查人员在场的情况下施加标准表压。除非制造商另有规定，否则，压力应以不超过 10bar/min 的速率增加到标准表压的 75%，此后压力增加速率为 1~2bar/min。在检查人员开始检查压力部件之前，标准表压施加时间应已达到约半小时。

(2) 标准表压可采用试验压力表读出。在保持时间内，当给水中断时，标准表压不应有明显的下降。

(3) 对于蒸汽锅炉及标准表压达到 42bar 的各部件，在整个试验期间，压力应维持在标准表压。

当标准表压超过 42bar 时，应在检查前将压力减小到设计压力值，但不能低于 42bar。释放压力的速率与施加压力的速率相同。

5.3 对水的要求

注入管道的水应不含粗糙杂质或其它成分，否则会影响或污染管道内壁。在进行检查时，注入管道的水的温度不应超过 50℃。

[2)] 关于 P_V 的取值：请参见预热器安全规程，4.1 节。

5.4 **管壁检查**

应检查受压部件是否存在裂纹、不允许的变形或泄漏。

6. 标记

6.1 **应至少提供带有制造商商标的一个铆钉，其上盖有技术检查部门的压印。对于已投入使用的锅炉，如果具有多个压印，则应保留最旧的压印。**

6.2 **对于已通过局部工厂检查的部件，应在显眼的地方压印如下标记：**

月
检查标记

年
标记区域应涂漆。

6.3 **对于已通过高级水压试验的部件，应在显眼的地方压印如下标记：**

月
检查标记

年
标准表压
标记区域应涂漆。

7. 检查证书

7.1 **检查人员应发布有关最终工厂检查和水压试验结果的证书（DampfkV § 23(1)），指出与原始检查图纸之间的所有偏差，这些偏差对技术安全的评估非常重要。原始检验图纸和提交的所有用于工厂最终检查的证书都应作为工厂最终检查证书的附件列入。这些证书只有在最终工厂检查时才能看到，所以此处从略。附件的数量应在证书中给出。**

7.2 **从证书发布之日起，如果在 3 年内或在锅炉投入运行 1 年后仍未进行验收试验，则最终工厂检查证书和压力试验证书都将失效。**

7.3 **应将 1 份检查证书副本交付用户保存在运行地点；该证书应编入蒸汽锅炉的检查文件。**

还应向制造商提交 1 份检查证书副本，作为其文件的一部分。检查人员应将 1 份检查证书副本归档。

10 管道组装和安装程序说明

10.1 管道组装的一般说明

QC-07：“管道组装说明”，CHN448-1-S14-QM-57563。

10.2 范围与适用性

本安装说明书能够确保外高桥电厂高压给水管道系统的高质量安装。

10.3 程序

10.3.1 安装准备

在安装之前，应对所有管道进行外观检查，观察管道是否清洁及发生损坏。

在安装工作开始之前，应清理管道内的所有杂质。

检查安装工具、设备以及安装技术，确保其功能完好及使用安全。

焊接填充金属在交付生产部门之前必须原封包装。应采取正确的储存步骤，避免不同的焊接填充金属混合。每次供给的焊接填充金属量仅用于一个班次所需要的量。

在收到货物后，应检查货物是否正确及货物是否满足质量要求，并作相应的记录，然后方可进行交接。

10.3.2 安装

安装（布置、焊接、热处理及试验）工作应根据现行规程和“安装公司”制定的“控制计划”进行。

应考虑同时进行的其它管道的安装工作，制定出合理的安装顺序时间表。

管道支架和支撑结构应在管道安装前安装完好，最迟也应在管道安装过程中安装。原则上应避免将管道暂时悬吊在临时结构中。特别应注意的是，在进行管道焊接时，必须将管道安装到最终吊架上。

在将管道连接到现有部件上时，应避免产生应力。

如果安装工作中断的时间较长，则应将管端封闭。

应确保带保温层的管道在冷态和运行状态下均可自由移动。

在安装工作完成后，应除去渗入管道内部的杂物（机加工后的切削碎片、连接短管在钻孔时留下的钻屑等），并采取适当的清理措施。

在离开安装现场前，注意确保将安装区域和出口路径清理干净。

10.3.3 焊接

焊接工作必须遵照焊接工艺表中的说明进行。

10.3.4 热处理

热处理工艺表中列出了相关材料的热处理。必须保证在进行焊接和热处理时，管道处于无应力状态，也不存在预应力。仅当焊缝冷却至 300℃以下时，方可拆除链式起重机及辅助结构。

10.3.5 安装验收

在管道安装完成后，检查管道系统及其部件是否处于运行备用状态。在进行验收时，尤其应检查管道的以下各项：

- 完整性
- 功能是否有效
- 能够自由移动
- 安装辅助工具是否易拆除
- 清洁度

10.3.6 人员

监督人员必须接受过充分的培训并具有丰富的经验，同时必须接受从事该任务的明确授权。

10.3.7 文件

保存的文件应无缺页，必须与相应的安装阶段一致。

在进行安装的同时，应编写下列文件：

- 安装前的材料检查，及货物接收记录上的说明
- 带焊机编号的焊缝清单、已进行的试验和安装状态
- 热处理证书（热处理图表）
- 在适当的表格中填写解除闭锁前后的吊架位置

- **安装前管道内部清洁度检查记录**
- **与方案不一致的记录**

11 支吊架的安装

11.1 范围及适用性

本安装说明用于管道支吊架的正确安装。

11.2 责任

正确安装管道支吊架的责任由实施工程的“安装公司”承担。

11.3 概述

高压给水管道的辅助钢结构及管道支吊架的安装工作应在管道安装前 3-4 周进行。

11.4 储存与运输

在运输中，必须保证恒力吊架和弹簧吊架的连接螺丝及锁定不被损坏。在室外储存时，应对支吊架采取保护措施，使其免受灰尘及水的损坏。

11.5 安装

- 由装配组长或装配工从仓库领取供安装的组装完好的支吊架。
- 确认接收无误。
- 根据预制立体图和支吊架图，测量并检查安装位置是否正确。

支吊架图上的尺寸均为理论尺寸，应根据在安装开始前从安装现场得到的实际尺寸确保尺寸的正确性。在安装时，应考虑建筑物及/或设备的位置与支吊架图中给出的位置的偏差。

应特别注意辅助钢的尺寸和长度，这些辅助钢将安装在横梁和槽钢之间或者很精确的位置。所以，在切割梁之前，应确保其准确的长度。

- 去除毛边，安装已在地面上预组装的支架（根据图纸观察预应力！）。
- 小心地紧固悬吊螺栓（使开口销张开），并紧固锁紧螺母。
- 在焊缝处涂防腐蚀剂。
- 在安装过程中应遵守管道敷设规范。特别要注意整个支吊架链中要求的各吊杆的安装位置。

11.6 吊架锁定的解除

原则上，系统锁定的解除只在调试前不久进行，即在进行了压力试验、冲洗及酸洗后注满水的管道才能解除锁定。而且，在解除支架锁定之后，应检查支吊架的实际位置是否处于原位置，如果位置不正确应将其调整到正确的位置。

同时应将锁定装置从构成系统的整段中去除， 即从各固定连接点之间去除。

只有在向全部范围内的所有支吊架（构成一支吊系统）施加载荷组后，弹簧支架、弹簧吊架及恒力吊架才可以解锁。只有这样，才可以轻易地解锁。如果锁定装置被紧紧地卡住，则实际施加的载荷与理论整定值不一致。如果是弹簧吊架，可通过放松或上紧锁紧螺母上的螺纹杆，或通过对支承管进行适当调整的方法，获得合适的载荷。

但是，无论如何，任何载荷的调整都必须事先与承包商协商。

11.7 检查支吊架安装是否正确

在管道安装完毕、敷设保温材料、进行可能的压力试验及清洗工作之前，应对所有的支吊架进行细致的检查，以保证安装正确。

应对以下各项进行检查并作记录：

- 检查与建筑物结构的连接的施工是否正确，特别要检查焊缝。
- 检查所有的螺纹连接，看最短螺纹连接长度是否符合要求。
- 检查所有的管夹及管道支吊架，看底座与管道的连接是否牢固。
- 载荷链必须进行预整定，以缓解载荷，否则应相应地重新整定。
- 所有的螺纹连接均已锁定。
- 恒力吊架和弹簧吊架上所有可读的标牌，如刻度表（盘）及铭牌，应固定在易接近的一侧。

在管道敷保温材料之后且在将定位装置（锁定）从吊架上去除之前，应再进行下列检查并作记录：

可以灵活移动管道，而不受脚手架、平台、其它管道及其它物件的限制。

随后可开始去除恒力吊架及弹簧吊架上的锁定装置。

在调试之前，应检查各支吊架不会影响到管道可能的位移。

11.8 文件

在完成安装后，由"安装公司"填写各管道系统的恒力支吊架及弹簧支吊架的"支吊架记录表"。

如有要求，应向运行人员证明在冷态时的支吊架系统安装正确及功能高效。

第 11 章　附件：

11-1　支吊架记录表

11-2　CEPM 产品目录：恒力吊架

11-3　CEPM 产品目录：弹簧吊架

11-4　CEPM 产品目录：管道支吊架

11-5　CEPM 产品目录：液压阻尼器

11-6　水与蒸汽管道支吊架设计手册（其中一部分）

11-7　弹簧载荷表

附件 11-1：支吊架记录表
HANGER AND SUPPORT RECORDER SHEET（仅供参考）

安装公司___________ (Company)　　　　主 KKS 号 LAB (Main KKS)　　　　第 1 页，共 2 页

机组______________ (unit no.)　　　　日期____________________ (date)

管道 KKS 号	支吊架	说明	型号	弹簧刚度 (N/mm)	序列号	冷态整定值 (kN)	锁定位置 (mm)	设计位移 (mm)	理论热载荷 (kN)	浮动冷态整定值 (mm)/(kN)	冷态整定值 (日期) (mm)/(kN)	热态整定值 (日期) (mm)/(kN)	冷态整定值 (日期) (mm)/(kN)	热态整定值 (日期) (mm)/(kN)
10LAB11BR005	BQ001	弹簧吊架	207214	260	12345678	54.005	74	13	50.625					

注：1.恒力支吊架和弹簧支吊架分别用 CS 和 VS 表示；

日期：____________　　　　审阅：____________________

附件 11-2
CEPM 目录：恒力支吊架

见以下几页。

附件 11-3
CEPM **目录：可变弹簧支吊架**

见以下几页。

13

14

17

附件 11-4
CEPM 目录：管道支吊架

见以下几页。

附件 11-5
CEPM 目录：液压阻尼器

见以下几页。

附件 11-6
水与蒸汽管道支吊架设计手册（补充部分）

见下几页。

附件 11-7
弹簧载荷表

KKS	支吊架	说明	型号	弹簧刚度 (N/mm)	数量	冷态整定值 (kN)	锁定位置 (mm)	设计标高 (mm)	理论热载荷 (kN)
10LAB11BR005	10LAB11BQ051	变力弹簧吊架	TD60B.21A	721.283	1	93.285	1257	6.26	88.823
10LAB11BR008	10LAB11BQ082	变力弹簧吊架	TD60B.15	125.575	2	33.073	717	-6.40	35.101
10LAB11BR008	10LAB11BQ084	变力弹簧吊架	TD60D.16	160.928	1	18.806	568	-4.66	19.396
10LAB11BR021	10LAB11BQ211	变力弹簧吊架	TD60D.13	74.776	2	19.098	503	12.69	17.317
10LAB11BR005	10LAB11BQ410	变力弹簧吊架	TD60B.12A	58.938	1	7.836	592	5.91	7.492
10LAB12BR005	10LAB12BQ051	变力弹簧吊架	TD60B.21	721.283	1	91.218	1255	4.78	87.278
10LAB12BR008	10LAB12BQ081	变力弹簧吊架	TD60D.18	317.443	1	33.064	674	-10.99	35.992
10LAB12BR008	10LAB12BQ082	变力弹簧吊架	TD60B.16	160.928	1	17.129	743	-15.82	18.789
10LAB12BR008	10LAB12BQ083	变力弹簧吊架	TD60B.13	74.776	2	19.388	656	-9.93	20.235
10LAB12BR021	10LAB12BQ211	变力弹簧吊架	TD60D.12A	58.939	2	16.149	451	7.76	15.172
10LAB12BR005	10LAB12BQ401	变力弹簧吊架	TD60B.14	101.009	1	11.460	680	5.60	10.882
10LAB20BR001	10LAB20BQ011	变力弹簧吊架	TD60B.16	160.928	2	39.546	759	1.96	38.638
10LAB20BR001	10LAB20BQ013	变力弹簧吊架	TD60B.14	101.009	1	11.706	683	4.87	11.228
10LAB21BR001	10LAB21BQ011	变力弹簧吊架	TD60D.14	101.009	2	26.764	504	3.47	26.088
10LAB22BR001	10LAB22BQ011	变力弹簧吊架	TD60D.13	74.776	2	20.073	497	2.09	19.737
10LAB31BR001	10LAB31BQ013	变力弹簧吊架	TD60B.16	160.928	1	18.789	754	-7.52	19.992
10LAB31BR002	10LAB31BQ021	变力弹簧吊架	TD60D.16A	160.928	2	44.946	548	17.56	40.785
10LAB31BR002	10LAB31BQ022	变力弹簧吊架	TD60B.19	415.559	1	47.630	978	1.73	47.700
10LAB31BR002	10LAB31BQ023	变力弹簧吊架	TD60B.17	225.652	1	21.205	798	-10.72	22.792
10LAB31BR003	10LAB31BQ031	变力弹簧吊架	TD60B.13A	74.776	2	21.910	672	16.45	19.770

KKS	支吊架	说明	型号	弹簧刚度 (N/mm)	数量	冷态整定值 (kN)	锁定位置 (mm)	设计标高 (mm)	理论热载荷 (kN)
10LAB31BR004	10LAB31BQ043	变力弹簧吊架	TD60B.18	317.443	2	66.331	892	8.64	62.563
10LAB31BR003	10LAB31BQ407	变力弹簧吊架	TD60B.16A	160.928	1	23.059	781	22.64	19.533
10LAB31BR003	10LAB31BQ408	变力弹簧吊架	TD60B.16A	160.928	1	20.495	765	8.73	19.122
10LAB31BR001	10LAB31BQ409	变力弹簧吊架	TD60B.17	225.652	1	30.607	840	-0.75	30.755
10LAB31BR002	10LAB31BQ411	变力弹簧吊架	TD60B.17	225.652	1	26.537	822	19.46	22.562
10LAB31BR002	10LAB31BQ412	变力弹簧吊架	TD60B.16A	160.928	1	15.900	737	-12.72	17.789
10LAB32BR001	10LAB32BQ013	变力弹簧吊架	TD60B.17	225.652	1	21.989	802	-6.99	23.575
10LAB32BR002	10LAB32BQ021	变力弹簧吊架	TD60D.16A	160.928	2	44.946	548	17.56	40.785
10LAB32BR002	10LAB32BQ022	变力弹簧吊架	TD60B.19	415.559	1	47.630	978	1.73	47.700
10LAB32BR002	10LAB32BQ023	变力弹簧吊架	TD60B.17	225.652	1	21.205	798	10.72	22.792
10LAB32BR003	10LAB32BQ031	变力弹簧吊架	TD60B. 17	225.652	1	26.194	820	7.11	24.707
10LAB32BR003	10LAB32BQ032	变力弹簧吊架	TD60B.13	74.776	2	18.810	652	-4.13	19.147
10LAB32BR004	10LAB32BQ043	变力弹簧吊架	TD60B.18	317.443	2	74.595	903	21.54	62.367
10LAB32BR003	10LAB32BQ405	变力弹簧吊架	TD90B.17	150.435	1	25.450	1035	24.75	21.811
10LAB32BR001	10LAB32BQ406	变力弹簧吊架	TD60B.18	317.443	1	35.712	899	2.85	34.858
10LAB32BR002	10LAB32BQ413	变力弹簧吊架	TD60B.17	225.652	1	26.537	822	19.43	22.562
10LAB32BR002	10LAB32BQ414	变力弹簧吊架	TD60B. 16A	160.928	1	15.900	737	-12.72	17.789
10LAB40BR001	10LAB40BQ011	变力弹簧吊架	TD120B.19A	207.78	2	110.137	1555	47.98	91.233
10LAB40BR001	10LAB40BQ013	变力弹簧吊架	C58V-53B102(82up)/4138-m42	/	2	82.769	/	82.03	82.769
10LAB40BR001	10LAB40BQ014	变力弹簧吊架	TD90B.20A	369.386	1	78.349	1500	34.34	66.859
10LAB40BR001	10LAB40BQ015	变力弹簧吊架	TD90B.17A	150.435	1	21.639	1009	-30.01	25.160
10LAB40BR001	10LAB40BQ016	变力弹簧吊架	TD60B.16	160.928	2	39.317	759	-12.94	43.468
10LAH10BR005	10LAB10BQ051	变力弹簧吊架	TD60B.21	721.283	1	94.396	1260	3.57	90.811

KKS	支吊架	说明	型号	弹簧刚度 (N/mm)	数量	冷态整定值 (kN)	锁定位置 (mm)	设计标高 (mm)	理论热载荷 (kN)
10LAH10BR007	10LAB10BQ071	变力弹簧吊架	TD60B.19	415.559	1	39.695	960	-12.11	43.573
10LAH10BR008	10LAB10BQ083	变力弹簧吊架	TD60B.16.A	160.928	1	20.162	762	-16.68	22.472
10LAH10BR008	10LAB10BQ085	变力弹簧吊架	TD60B.14	101.009	1	9.205	667	-22.16	10.437
10LAH10BR008	10LAB10BQ086	变力弹簧吊架	TD60B.16	160.928	1	16.560	740	-7.62	17.090
10LAH10BR021	10LAB10BQ211	变力弹簧吊架	TD60D.12	58.939	2	14.389	466	6.02	13.613
10LAH10BR005	10LAB10BQ402	变力弹簧吊架	TD60B.10A	31.725	1	4.293	524	5.82	4.100

12. 职业安全

12.1 范围和适用性

本章说明了安装人员的安全事宜，并规定了相应的责任。

12.2 责任

负责本工程实施的安装公司应遵守并监督其他人员遵守职业安全的规定。

12.3 程序

12.3.1 职业安全培训

安全主管负责人应安排培训课程（职业安全培训），应根据需要制订培训时间表并规定培训范围。

安装人员必须参加培训课程。培训课程的参加情况通过培训报告确认并由专人会签。

处理以下各种情况时，尤其应遵守安全规程：

- 发生火灾时的行动
- 报告不安全情况和危险因素
- 个人安全保护装备
- 在施工现场设置必要的安全设施和资料，例如报警示意图等
- 急救
- 车辆操纵和起吊定位的国际通用符号

12.3.2 一般安全规程的应用

对于有潜在危险的工作，施工负责人或安全主管负责人应在工作开始前强调遵守相关安全规程。

依照工种的需要，安全主管负责人负责编制安检项目手册，该安检手册是根据工序安排，并规定了相应的安全措施。与一般安全规范相比，该安全规程针对具体项目，应优先选用。

12.3.3 遵守有关工具和设备使用的安全规程

使用合适的工具与设备至关重要。专门使用某种工具与设备在职业安全中需要特别说明，并在对施工人员的最初培训中指出。

12.3.4 有特殊风险的工作现场上的安全警示

如果在使用工具和操作设备时需要穿专用防护服，则应在工地上树立标志牌。安装管理人员应负责监督有关人员穿戴防护服。

12.3.5 关键操作

对于关键操作（如果有的话），安全方面的专家应根据有效规程编写操作指示，并在开始工作以前，对施工人员讲解以提高认识。

这些操作主要包括：

- 在高空作业和诸如管道、容器内等狭小空间内作业
- 工作中接触有害物质，诸如石棉、气体和化学腐蚀性物质
- 不良条件下的运输工作
- 无损材料试验
- 氩气环境作业

13. 附录

QC 文件：CHN448-1-S14-QM-57563

请见以下各页。

外高桥电厂二期工程 2×900MW 机组

合同号：98IJBJGB/011088DE

#1 **机组**/#2 **机组**

QC 文件

CHEC **编写**

标题：

高压给水管道系统

文件号：

CHN448-1-S14-QM-57563

UNID **号**：

400 559 016

CHEC

版次	编写	签名	审核	签名	备注
D	Xing Cang		Lu Jianliu		

QC 文件

目 录		
QC 文件号	程序名称	版次
QC-01	管道检查试验计划	D
QC-02	管道检验与检查程序（包括硬度试验）	D
QC-03	清理及表面处理程序	D
QC-04	公差检查和外观检查程序	D
QC-05	材料处理程序	D
QC-06	低合金钢管的清洗及酸洗程序	D
QC-07	管道组装说明	D
QC-08	中频弯管的制造及检查程序	D
QC-09	热处理程序	D
QC-10	磁粉探伤检验程序	D
QC-11	液体渗透检验程序	D
QC-12	RT 程序	D
QC-13	UT 程序	D
QC-14	外观检查程序	D
QC-15	包装、标识及运输程序	D
QC-16	不符合项报告程序	D
QC-17	冷弯制的制造及检查程序	D

QC-01
管道检查试验方案

目录

1. 范围

本方案适用于外高桥电厂二期工程#1 机组和#2 机组的管道系统的检查和试验。

2. 检查和试验方案

制造步骤	检查/检验项目	参考文件	见证报告
1.材料检查	a.制造工艺规程表/试验报告 b.尺寸/外观 c.光谱	a.AD-W4 等 b. QC-05 c. DIN17175/17177 d. DIN50049	a.QC 工程师 b.买方代表 c.材料检查记录
2.焊缝接头制备	a. 焊接头的制备 b. 焊条和焊丝 c. 预热处理和焊接设备	a. W.P.S.	a. QC 工程师 b. 买方代表
3.焊缝外观	a. 余高 b. 咬边 c. 不足 d. 飞溅 e. 熔接等	a. ISO5817 b. DIN8563-3 c. QC-14	d. QC 工程师 e. 买方代表
4.N.D.E.	a. 外观 b. RT、PT 等	QC-02，QC-14 QC-10 QC-11 QC-12 QC-13	a. QC 工程师 b.管道焊接工作记录 c. NDE 报告
5.表面处理	a.表面清理 b.油漆	a.外部 sa 2 1/2 b.内部清理 c.QC-03	a. QC 工程师 b. 买方代表 c. 油漆检查记录 d. 客户工程师
6.酸洗	a.外观	QC-06	a. QC 工程师
7.包装和运输	a.外观	QC-14 QC-15	a. QC 工程师

3. 概述

试验内容和所使用的程序见 QC-01 附录。

QC-01 附录

内容 / 等级	接收时检查	配合	焊接监视	外观检查	尺寸检查	UT	RT	PT/MT	表面处理
WB36 15Mo3	QC-05	WPS	WPS	QC-14	QC-04 ISO.DWG	QC-13 QC-02	QC-12 QC-02	QC-10 QC-11	QC-03
	100%	100%	100%	100%	主尺寸	100%	100%	100%	100%
	M S H W	M S H W	M S H W	M S H W	M S H W	M S H W	M S H W	M S H W	M S H W
						t>15mm	t≤15mm 外径≤60.3mm	弯管/支管焊缝	

注：M—生产商 H—停工待检点 S—西门子代表 I—参考 W—见证

QC-02
管道检验与检查程序〔包括硬度试验〕

目 录

1. 概述

1.1 本规程适用于外高桥电厂 2×900MW 机组的管道加工与安装。

1.2 管道加工与安装的所有检验与检查应遵照外高桥电厂 2×900MW 机组的管道设计规程（DIN 标准）。

1.3 任何与本规程、图纸和其它为本工程制定的单独规程的不符之处，应在开工前书面提请授权工程师批准。授权工程师应由西门子或 CHEC 指定。

2. 外观检查

2.1 对材料进行外观检查，确认其符合材料清单和施工图纸上所列的材料规格的要求。

2.2 使用的材料应标注其规格，并印于每种材料的明显位置。

3. 焊接检验

3.1 在施工过程中，授权工程师应在每一阶段实施质量控制。焊工应具有及时发现并处理工作过程中可能发生的缺陷的能力。

3.2 焊接之前的检查。对将要焊接的母材表面进行检查，确认其表面没有异物如脂、油、漆、锈、垢等。检查的范围应在从坡口边缘起 50mm 以上的区域。应检查要连接的管端根部间隙的宽度和坡口角是否合格。应检查正在使用的所有焊机是否已进行了定期检查和记录。

3.3 焊接过程中的检查。在焊接过程中，应依据焊接工艺规程的要求检查焊工是否胜任工作。检查所用的焊条材料是否符合规程的要求并在适当条件下进行彻底烘干。确认点焊焊缝无裂纹，焊道上无焊渣，而且焊接时焊接电流控制在合理的状态。

4. 管道对接焊接头的无损检验

4.1 对管道对接焊接头的无损检验应按要求由有资格的检验人员来进行。授权工程师应审核所有冲洗的胶片。所有的不合格部分应被去除并重新进行焊接。

4.2 **在开始工作时，应对每一位焊工、每一种焊接类型、和每一处焊接部位的至少一个焊接接头进行射线检验或超声波检验（都适用），以保证焊接质量。**

4.3 **射线检验的比例**

4.3.1 **对接焊接头的射线检验比例取决于材料类型、管壁厚度和外径。**

4.3.1.1 **对于材料** WB36（15NiCuMoNb5）

管壁厚度或外径	**比例**
厚度>15mm	**见** 4.4.1 **节**
厚度≤15mm	100%**射线检验**
外径≤60.3mm	100%**射线检验**

4.3.1.2 **对于材料** 15Mo3

管壁厚度和外径	**比例**
厚度>15mm	**见** 4.4.2 **节**
厚度≤15mm	**至少** 50%**射线检验**
外径≤60.3mm	**至少** 10%**射线检验**

4.3.2 **对每个焊工的最初** 4 **个焊接接头都要做** 100%**的检查（在工厂或在现场），若这** 4 **个中有** 2 **个不合格就应停止焊接工作。若焊接工人的记录不符合这一比例，则应撤消焊接许可证。每半个月检查一次，总检验比例应超过** 50%**。**

4.4 **超声波检验比率**

4.4.1 **若材料** WB36 **的管壁厚度超过** 15mm，**应用超声波检查，而不用射线检查：**

管壁厚度（T）	**比例**	
	纵向不连续性	**横向不连续性**
T>15mm	100%	100%

4.4.2 **若材料** 15Mo3 **的管壁厚度超过** 15mm，**应用超声波检查，而不用** X **射线检查：**

管壁厚度（T）	**比例**	
	纵向不连续性	**横向不连续性**

T>15mm	最小 50%	最小 20%

4.5 表面裂纹检查比率

对接焊接头的表面裂纹检查比例取决于材料类型和外径。

4.5.1 对于材料 WB36：

外径>60.3mm	100%MT 或 PT
外径≤60.3mm	不需要

4.5.2 对于材料 15Mo3

外径>60.3mm	至少 10%MT 或 PT
外径≤60.3mm	不需要

4.6 累进检查

当检查范围小于 100%时，则对每个发现有缺陷焊缝，应对另外两个焊缝接头进行检查。如果检查时，发现任一焊工的焊接有 1/3 结果不满足要求时，则对此焊工的检查范围要增大到整个焊接区域。

4.7 焊接工作记录

应保存每一焊接工作的所有焊接记录以对焊接质量实施控制。记录至少应包含以下内容：焊件的裂纹、未完全熔透、咬边、余高等。

5. 支管焊缝的无损检验

5.1 支管焊缝的无损检验应按要求进行。可采用超声波检查（UT）和 PT（或 MT）的方法。

5.2 根据材料类型决定超声波检查比例

5.2.1 对于材料 WB36：100%超声波检查

对于材料 15Mo3：至少 25%（如果内径>200mm，厚度>15mm）

5.2.2 对于碳钢和不锈钢：不需要

5.3 支管焊缝和插接焊缝的表面裂纹检查比例取决于材料类型和设计温度。

5.3.1 支管焊缝

5.3.1.1 对于材料 WB36 和 15Mo3：100%PT（或 MT）

5.2 和 5.3 中，为高级材料制定的规程适用于异种材料的焊接。超声波检验取决于检验区域的几何形状（外径>200mm，厚度>15mm）。

5.3.1.2 对于碳钢：至少 10% PT（或 MT）。

对于不锈钢：至少 10% PT

5.3.2 插接焊缝

插接焊缝设计温度<400℃，最小 10% PT（或 MT）

插接焊缝设计温度>400℃，100% PT（或 MT）

5.3.3 附件（吊耳）：最小 10% PT（或 MT）

5.4 当检查范围小于 100%时，则对每个发现有缺陷焊缝，应对另外两个焊缝接头进行检查。如果检查时，发现任一焊工的焊接有 1/3 结果不满足要求时，则对此焊工的检查范围要增大到整个焊接区域。

6. 焊缝检验标准

6.1 修补与消除

6.1.1 修补授权

修补的部分由授权工程师或西门子代理商确定。

6.1.2 修补和消除缺陷

在修补缺陷前，应用钢刷清除表面的残余物、灰尘和污垢。如焊接规程有要求，则修补时应进行预热处理。

6.1.3 修补试验

焊缝修补与更新后应再用无损检验的方法进行检验，或根据本规程的要求而重新检验。已修补过两次的焊缝不能再进行修补。应根据要求对已修补或更新的焊缝进行全面检查。

7. 磁粉探伤检验

所有磁粉探伤检验应按 DIN54310 标准进行，验收标准应符合 EN25817 及/或 AD-HP5/3。

8. 液体渗透法检验

所有液体渗透法检验应按照 DIN54152 第 2、3 部分、EN25817 及/或 AD-HP5/3 进行。

9. 硬度试验

9.1 对于对接焊缝和支管焊缝的硬度试验应在焊后热处理之后进行（如有需要）。试验设备应为以下一种或几种或类似的设备：

- Equotip 硬度试验机
- Microdur 硬度试验机
- Dynamic 硬度试验机

9.2 进行硬度试验的操作人员应确保将试验设备校准。

应按照“母材-焊接金属-母材“的顺序进行硬度测试；另外，测试区域应尽可能覆盖焊接金属和母材之间的过渡区域。每个区域应测试三次，记录三次的读数及其平均值。平均值不应超过最大允许硬度值。

9.3 对接焊缝的硬度试验比例取决于材料类型、外径和壁厚。

9.3.1 对于材料 WB36：如果外径>60.3mm，则试验比例为 100%；如果外径≤60.3mm，则试验比例至少为 10%；

9.3.2 对于材料 15Mo3：如果外径>60.3mm，则试验比例至少为 10%；如果外径≤60.3mm，则不需要进行硬度试验。

9.4 支管焊缝的硬度试验比例仅适用于材料 WB36，硬度试验范围为 100%。

9.5 最大允许硬度值（HV）如下：

材料 WB36：300（焊缝和弯管）

材料 15Mo3：260（焊缝）和 250（弯管）

10. 铁素体检验

10.1 铁素体检验将通过光谱分析进行。

10.2 对材料 WB36 的对接焊接头和支管焊缝应进行至少 10％的铁素体检验。

11. 射线检验

射线检验应按照 EN1435 和 AD-HP 3/5 的规定进行。

12. 超声波检验

超声波检验应按照 AD-HP 3/5 中的规定进行。

13. 附录

焊缝硬度试验记录

清洗和涂层程序

目 录

1. 范围

1.1 本程序规定了使用干燥喷砂磨料清理碳钢、耐热钢、合金钢管、配件、管接头及支架材料内外表面，然后在规定时间期限内对喷砂清理合格的表面敷以规定涂层的方法。

1.2 本程序适用于采用钢砂或喷砂的方法清理管道产品（管子、配件及接头等）。

2. 参考资料

2.1 "钢结构油漆委员会规范"。

2.2 外高桥电厂符合 DIN 标准的管道系统设计规范。

3. 责任

3.1 生产控制部门工程师应负责控制和执行清洗及涂层过程。

3.2 QC 检查员和 QC 部门负责人应负责清洗及涂层后的检查工作。

4. 工作程序

4.1 清洗及涂层工作在加工之后安装之前进行。

4.2 清洗

4.2.1 对于在加工及运输过程中产生的任何缺陷均应加以修复。

4.2.2 操作条件

4.2.2.1 环境相对湿度不超过 80%。

4.2.2.2 钢表面无水分。

4.2.2.3 钢表面温度至少应高于露点 3℃。

4.2.2.4 用于喷砂的干磨料应干燥无油。

4.2.3 应采用下述任何一种方法对表面进行喷砂使其达到商业生产使用标准。

4.2.3.1 除管道外，对阀门、管道支架等采用压缩空气喷管和干砂进行吹扫，干砂的最大粒径不得超过 16 号网筛的孔径或相似的粒径。

4.2.3.2 管道则采用压缩空气喷管和钢砂进行吹扫，钢砂的最大粒径不得超过 16 号网筛、U.S 网筛系列或类似网筛的孔径。最大工业级的金属砂为 SAE 第 G-25 号磨料，或类似磨料。

4.2.4 表面用干净的毛刷清洗，或用压缩空气吹扫，或真空清洗。

4.3 清洗的检查和修复

4.3.1 检查

4.3.1.1 喷砂后应立即检查表面，只有检查结果合格时才能进行涂层。

4.3.1.2 符合下述条件之一即为近似白色喷砂加工表面：

所有的油、润滑脂、灰尘、锈痕和杂质已完全清除；除残留的轻度暗色条纹、锈斑造成的脱色、轧屑氧化物或涂漆、涂层的轻度紧密残渣外，所有的锈痕、轧屑和原有涂漆已完全清除；如果表面被腐蚀且在腐蚀凹点底部有锈痕和油漆残渣，则每平方英寸至少三分之二的表面应无明显残渣且残渣仅限于上述轻度脱色、轻度锈痕和紧密残渣。

4.3.1.3 最终表面状况应按照图片标准加以比较确定。对于带有部分锈蚀轧屑、全部锈蚀轧屑或完全锈蚀及腐蚀斑点的表面，经过近似白色喷砂处理后，其外观应符合图片标准 Sa 2 1/2 的规定。

4.3.2 修复

如果经喷砂后仍然产生锈痕，则应在涂层前再次进行喷砂清理或手工具清理。

4.4 在表面准备工作完成后 8 小时内应进行底漆涂层。

4.5 涂层

4.5.1 涂层材料检查

4.5.1.1 操作之前应对储存的涂层材料进行质量检查。

4.5.1.2 除非立即使用，否则不得使用或打开破损的容器。

4.5.1.3 油漆类型为可焊接无机锌乙炔硅底漆。

4.5.2 油漆方法

4.5.2.1 在雨、雪、雾、潮湿天气和表面潮湿的情况下不得使用油漆，不得向潮湿的表面涂漆。相对湿度超过 80%时也不得涂漆。

4.5.2.2 当环境温度低于 5℃、钢温度超过 51℃或低于油漆制造商规定的温度时不得涂漆。

4.5.2.3 在油漆之前，钢表面应光洁无污染。

4.5.2.4 按照油漆制造商使用说明中规定的混合方法稀释油漆以获得最佳使用配料。

4.5.2.5 用 30 号网筛滤去配料中的大颗粒。

4.5.2.6 考虑现场环境，可以分别采用毛刷涂漆、空气喷漆和无空气喷漆或同时采用以上方法，而且涂层应均匀平行。涂刷的方式仅限于小区域的涂层。

4.5.2.7 在使用过程中应经常搅拌配料以使色料悬浮。

4.5.2.8 在前一涂层未干之前不得再涂油漆。

4.5.2.9 涂漆工作结束后，应立即使用规定的清洁剂对涂漆设备进行清洗。

4.5.2.10 如果没有达到规定的漆层厚度，应再次涂漆使其厚度符合要求。

4.5.2.11 在离焊缝边缘 30mm 以内的区域内不能涂漆，当焊缝检验完成后才可对这些区域进行涂漆。

4.6 涂层的检查和修复

4.6.1 检查

4.6.1.1 经过油漆的表面应光滑且外观良好。

4.6.1.2 在每 100 平方英尺表面内，作五（5）次间隔均匀的独立的点测量以检查干漆层的厚度。干漆层厚度至少为 25μm。

4.6.1.3 检查下述涂层缺陷：涂料破裂、粘着力丧失、气孔、剥落、衬底锈蚀、涂层过厚、油漆流痕和凹陷、涂层嵌有颗粒及其它瑕疵污点。

4.6.2 修复

4.6.2.1 如果有任何缺陷，如油漆破裂、气孔、粘着力丧失、剥皮、锈蚀、采用打磨方式对缺陷区域进行点清理并用原型号的油漆再次涂敷。

4.6.2.2 对于油漆流痕、涂层过厚、嵌有颗粒、凹陷、损坏区域应加以打磨并重新涂漆（如果要求）。

5. 记录

下述记录应作为最终文件提交（经过涂层的产品应符合相应的涂层说明书 PI09 **的要求和涂层数据表** No.T3**）。**

5.1 **由油漆制造商提供的涂料制造工艺规程和试验证书。**

公差检查和外观检查程序

目　录

1. 范围

本程序给出了电厂锅炉、承压部件和管道的制造允许公差要求和最终质量要求，以及切割、安装、找正、焊接表面和热处理焊缝应满足的条件。

2. 参考文件

2.1 DIN2559

2.2 DIN-EN25817(或 ISO 5817)

3. 责任

3.1 车间班长负责每个制造工序完成后的检查工作。

3.2 质量控制（QC）检查人员负责检查工作并编写所需的检查记录。

4. 程序

4.1 在完工后，车间班长负责检查工件的状态，确认已完成的工艺完全合格。如果此项工作是 QC 或 AI 指定的停工待检点，则车间班长应在过程控制表上签名并填写日期。

4.2 在操作过程中如果需进行 QC 控制（如公差检查），则车间班长应通知 QC 检查人员（由 QC 部门主管指定）进行检查。

4.3 QC 检查人员应审查制造流程图和过程控制表，并获得所需的参考文件。检查工件的尺寸和表面状态，记录检查结果，并在过程控制表上签字及填写日期。

5. 设备

5.1 卷尺、超声波厚度仪、水平仪。

5.2 直尺，量角仪、圆规。

5.3 量规、测量仪表、夹具、高强钢丝（如需要）。

5.4 超声波厚度仪应根据制造商的操作说明书中规定的试验块进行校准。

5.5 放大镜、照明灯及其它合适的工具。

6. 公差

6.1 管道和钢板的划线与切割

6.1.1 划线与材料切割图之间的误差应在±1mm 以内。

6.1.2 划线完毕后，两条对角线的误差应在±2mm 以内。

6.1.3 供焊接的钢板边缘的平直度应在±3mm 以内。

6.1.4 准备焊接的端面应与管道轴线垂直。公差不超过外径的 1％或 3mm，取两者中较小的值。

6.1.5 气割时制备的坡口的角度公差应在±5° 以内，机加工时的角度公差不超过±2.5° 。

6.1.6 所有吊耳、支座、鞍形短管、人孔架、开口周围的余高以及其它附件都应具有与它们相连的壳体或表面相同的曲率。

6.2 配合与车间组装

6.2.1 对于材料 WB36 和 15Mo3（高压系统），对接接头的偏差不得超过 ISO5817 中 B 级规定的范围。对于材料 15Mo3（低压系统），偏差不得超过 ISO5817 中 C 级规定的极限范围。

6.2.2 在组装后，坡口间的间隙不超过 2mm，或符合相关的 WPS 的规定，除非图纸上另有规定。

6.2.3 对接焊接头的每边余高不超过 ISO5817 中 B 级所规定的范围。

7. 外观检查

7.1 当钢板通过氧气切割或电弧切割成型时，待焊接的边缘应整齐平滑，在焊接前不应存在污垢或残渣。

7.2 装配短管和 15Mo3 材料的管道时应采用点焊，以确保找正。在找正完毕后，或者完全清除点固焊缝，或者通过打磨或其它合适的方法制备其起始端和终止端的坡口，使它们很好地与最终焊缝接合，并应对坡口进行外观检查，观察是否存在密集气孔、咬边、搭接、裂纹等缺陷。

7.3 焊件表面应清理干净，不得存在氧化皮、铁锈、油脂以及其它有害的异物。对于黑色金属，在距离焊缝至少 1/2 英寸（13mm）的范围内不得存在上述杂质；对于有色金属材料，则在距离焊缝至少 2 英寸（51mm）的范围内不得存在上述杂质。应除去焊接金属接触区域的有害氧化物。

7.4 如果待焊接表面为铸造表面，则应采用机加工或打磨的方法除去表面的铸造铁渣，暴露下面的金属。

7.5 在制备双面对接焊缝的背面坡口时，应除去根部焊道的未熔部分。待焊接的背面坡口表面应光滑、清洁且无有害异物。

7.6 加工完毕后的纵向和环向接头

7.6.1 对接焊缝的接头应熔透。

为保证焊接坡口能被完全填满，任何点的焊接金属表面不应低于相邻的母材表面。

7.6.1.1 即使焊接表面允许，焊缝表面也不得有任何粗糙的波纹、凹槽、搭接、凸起或凹陷，以避免应力集中。

7.6.1.2 根据 ISO 5817 中 B 级的规定，焊缝咬边不超过 0.5mm，且不能减小要求的厚度。

7.6.2 除非需要满足 6.2.3 节中的厚度要求和随后进行 NDE 检验的要求，否则不必除去焊缝余高。

7.6.3 根据 ISO 5817 中 B 级的规定，在焊接过程中产生的单面焊接环向对接焊缝根部的凹度不超过 0.5mm，且凹面的轮廓应平滑。

7.6.4 不允许出现诸如裂纹或小孔的外观缺陷。

7.6.5 除某些短管按照规定允许伸入容器内部外，容器内的短管端部应与容器内壁齐平。

7.6.6 容器内部的短管的裸露内边缘应进行倒角。

7.6.7 如果焊缝的尺寸合格，则角焊缝的形状可出现均匀的凹凸变化。

7.7 加工完成后的表面和机加工材料的粗糙度应满足设计图纸的要求，并不得存在有害的缺陷（如裂纹和划痕等）。

材料搬运程序

目 录

1. 概述

1.1 本技术规范给出了外高桥电厂#1 机组和#2 机组的材料搬运要求。

1.2 如果需要对本技术规范的内容进行任何改动及/和增加，应通知 CHEC 的授权工程师，并在开始执行之前得到授权工程师的书面批准。

2. 材料的接收

2.1 在接到材料后，应由授权代表检查材料的规格和数量是否满足要求。

2.2 材料控制部门应负责提供相关的资料和证明文件。

2.3 如果需要更换材料，则应事先得到工程部的书面确认。

2.4 在材料返回之前，应与材料控制人员一起进行材料的检查。如果发现存在任何损坏或缺陷，应进行记录并发布给施工监理人员，以供未来参考。

3. 装货和卸货

3.1 材料的装卸应由合格的装配工完成。

3.2 装卸时应使用具有足够搬运能力的装卸设备。

3.3 不可随意除去材料的保护层，如有必要，应对损坏或松散的保护层进行修补。

3.4 搬运易碎件时应特别小心，并进行适当的保护。

3.5 在运输过程中，应适当固定材料，避免材料在受到冲击振动和自由坠落时损坏。

4. 运输

4.1 运输设备应具有足够的搬运能力。长距离运输时不允许使用叉车。

4.2 应遵守工作现场的速度限制和交通标志的规定。

4.3 应注意沿通路的各处间距，防止在搬运过程中发生碰撞。

4.4 在运输过程中，禁止拖拉或滚动材料。

4.5 如果运输材料运抵目的地时道路或排水系统损坏，则应立即进行修理。

5. 储存

5.1 **需要由授权人员来管理材料的储存。**

5.2 **施工材料应储存在合适的地方，不得储存在施工现场、车辆出入口和可能发生意外损坏的地方。**

5.3 **所有材料都应根据其尺寸、重量、规格、类别、分类和特定储存区进行储存，并设置识别标志牌。除管道外的其它材料如阀门、螺栓、垫片和专用部件等应小心地储存在室内。**

5.4 **焊条应储存在室内，以防受潮。**

5.5 **碳钢螺栓应采用防锈油保护。在安装完毕后，多余的螺栓不能扔在地面上。**

5.6 **法兰面和机加工面（不锈钢除外）应涂防锈油保护，所有上述表面都应用木板或塑料盖保护。**

5.7 **所有螺纹连接件应用塑料薄膜保护。**

5.8 **所有开口应加盖保护。**

5.9 **所有管道应储存在离地的合适垫块上。**

5.10 **材料储存区应有排水系统，并能够自由出入。**

低合金钢管道的清洗和酸洗程序

目　录

1. 范围

本程序适用于通过酸洗对管道的内表面进行清洗。

2. 清洗类别

2.1 脱脂（碱洗）—该操作用于清除金属表面的油、润滑脂和油漆。

2.2 酸洗（酸洗）—该操作用于清除金属表面的锈痕、碎片和轧屑。

2.3 钝化—该操作用于防止金属表面酸洗后再次生锈。

3. 脱脂（如有必要）

3.1 用于脱脂的化学药品

碱与表面活化剂一同使用

氢氧化钠（NaOH）	10%（重量比）
磷酸钠（Na_3PO_4）	6%（重量比）
表面活化剂	0.3%（重量比）
温度	70°C

3.2 应不停地搅拌工作溶液。脱脂槽应在长、宽、高各方面提供充足的容量并装有溶剂以适当浸泡管道材料。

3.3 根据供水、材料状况及溶液槽的温度，可以在必要时加入更多的磷酸钠。

3.4 脱脂的时间长短取决于材料状况、新旧程度及溶液槽的温度情况，但在任何情况下，都应完全清除润滑脂、表面油层或杂质。

3.5 清洗的洁净程度应使管道材料达到可以实际使用的质量。在各管道入口处应对管道内表面作外观检查，还应检查溶液的浑浊程度。

3.6 脱脂完成后用清洁无油的水冲洗管道。

4. 酸洗

4.1 用于酸洗的化学药品–使用下述任何一种溶液：

a.	盐酸	17.5%（重量比）
	抑制剂	1.65%（重量比）
	活化剂	3%（重量比）
	浸泡时间	6～8 小时
b.	磷酸	15～20%（重量比）
	抑制剂	2～3%（重量比）
	浸泡时间	10～20 小时

4.2 酸洗温度保持在环境温度下即可。

4.3 浸泡时间的长短取决于酸洗槽的温度和管道的锈蚀及轧屑的多少。

4.4 应进行全面的外观检查以确保表面无任何锈痕和轧屑且表面完全光洁。如有必要，所有可接触的管道表面都应用干净的白布进行点摩擦以确定酸洗的效果。

4.5 清洗-用于清洗的水槽应在长、宽、高各方面提供充足的容量以使管道完全浸泡。水槽应带有进出口以便通过连续供水而使水一直保持清洁。

5. 钝化

5.1 钝化所用的主要化学溶液为磷酸（重量比为 20～25％）

5.2 冲洗之后重复外观检查，如有必要，用干净的白布对可接触的管道内表面进行点摩擦，以决定是否需要进一步处理并确定冲洗的效果。

6. 干燥

6.1 用无灰尘、油和润滑脂的干热空气对管道进行彻底干燥或自然干燥。

7. 储存和防护

7.1 采取足够的措施防止水份和灰尘侵入。

7.2 带法兰的开口—放置由厚 1/4″的木板制成的带螺栓分布圆的盲法兰。

7.3 不带法兰的开口—管端开口安装塑料（聚乙烯）帽。

7.4 仅在安装前才能除去防护罩。

管道组装说明

目 录

1. **组装范围**

1.1 **组装范围在系统流程图中规定。**

1.2 **组装人员必须按照“流程图”、“构造图”、“立体图”以及本“管道组装说明”进行所有管道系统的组装。**

1.3 **组装者负责提供足够的劳动力及设备工具，在要求的日期内完成管道系统的组装。**

1.4 **对于 DN50 及以上的管道：**

短管根据 ISO DWG 标准预制。

组装者应按照“流程图”、“构造图”、“立体图”等进行管道系统的组装。

DN ≥ 80 **的高压管道应使用中频弯管技术，弯曲半径为外径的 3-5 倍。**

端面坡口由制造商按照 DIN2559 标准制备。

1.5 **对于 DN50 以下的管道：**

根据流程图及构造图进行现场布置。

DN < 80 **的高压、中压及低压管道应采用冷弯，如果可行且间隙足够大，弯曲半径为 5D。**

1.6 **由于所有管道系统的内表面必须保持清洁，因此对于储存期延长的短管，应封闭其开口。在短管就位、准备焊接或螺栓连接之前，不允许除去封闭物。**

1.7 **法兰接头**

在组装完毕之前应保护法兰面不受损坏。注意不要划伤法兰表面。所有的法兰连接应组装齐平，从而使整个法兰面受力均匀。注意避免铸铁法兰断裂。

所有法兰螺栓穿出螺母的长度应足够大。在组装双头螺栓之前，应检查螺栓等级标记，以核实所使用的螺栓是否符合“管道材质规范”。

1.8 **螺纹连接**

除非另有规定，所有螺纹连接处均应使用聚四氟乙烯胶带。

2. 准备工作

2.1 焊接：所有焊工及焊接工艺应符合 DIN EN287-1 和 AD-HP2/1 的要求。

2.2 NDE：执行适用的标准，所有试验人员应由 TUV Reinland 公司登记。

2.3 管道标识

2.3.1 所有永久标志应压印到管道表面。还应有清晰的图案或文字，以便于识别，并避免引起误解。

2.3.2 短管上应冲压下列信息：

材料 热处理号 KKS 号 短管号

如果构成短管的每一段管道经过不同的热处理，则应在相应的管段上压印热处理号。在喷砂时，应采用透明的漆膜保护标识区域。

2.3.3 阀门采用如 ISO 图及流程图上所示的型号代码和 KKS 编号进行标识。

3 工作顺序

除应满足现行标准的要求外，所有管道接头的坡口制备和焊缝应满足以下要求。

3.1 需要通过焊接方法连接的部件应安装到位并找正，并采用千斤顶、夹具、定位焊、临时附件或其它适当的方法使待焊接部件在焊接期间固定到位，位置公差必须在 DIN2559 规定的范围内。应使用合格的焊工从事定位焊和临时性附件的焊接工作。定位焊仅适用于安装短管和 15Mo3 管道。

3.2 对定位焊进行外观检查，如果发现缺陷，应予以消除。

3.3 将拆除临时附件的部位修整平滑，并用液体渗透的方法进行检验。消除缺陷并对材料进行检查，确保缺陷已消除。如果需要进行补焊，则补焊完成后应采用液体渗透的方法进行检验。

3.4 对采用对接焊的部件需要进行边缘的找正时，应保证找正后的最大偏差应不大于 DIN25817 中规定的数值。对于材料 WB36 和 15Mo3（高压系统），评定等级为 B，对于材料 15Mo3（低压系统），评定等级为 C。

3.5 完工后的对接焊纵向焊缝或环向焊缝应完全熔透，不得存在焊瘤、突起或凹陷现象。应不存在焊接坡口的侧壁及相邻母材处的咬边现象。

3.6 角焊缝的表面应不存在粗糙的波纹或坡口、咬边、搭接、突起或凹陷现象，

并且与连接表面能够很好地熔合。

4. 实施过程

4.1 在焊接工作开始之前，应将焊接工艺及其资格试验记录提交买方批准。

4.2 干燥焊条。

4.3 清理焊接坡口。

4.4 按照 WPS 检查焊接坡口的形状和间隙。

4.5 管道的冷弯

4.5.1 对于 DN80 及现场布置的小口径管道，应采用冷弯方法，并按照 VGB 导则操作。

4.5.2 应采用最小弯曲半径 5D。

4.5.3 最大和最小直径之差不应超过管道弯制前的外径平均测量值的 8%。

4.5.4 弯管处不应出现裂纹、褶皱及凸起现象。

4.6 检查

按照 QC-01 中的说明进行检查。

5. 文件

5.1 焊接技术规范

5.2 流程图

5.3 构造图

5.4 立体图

5.5 管道组装数据表

5.6 管道材料清单

中频弯管的制造和检查程序

目　录

1. 范围

本程序适用于外高桥电厂#1 机组和#2 机组的中频弯管的加工制造，包括原管道检查、成品检查、涂层和包装等。

2. 标准与规范

如果本规程未提出其它要求，则应参考以下规范和标准：

2.1 DIN 2413 和 TRD301 最新版

2.2 符合外高桥燃煤电厂 DIN 标准的管道设计技术规范。

3. 加工步骤

原管到货→预检查→弯制（如有必要）→尺寸控制→无损检验→热处理→无损检验（可选）→坡口制备→清洗→涂层→标记→包装→运输

4. 弯管加工

<table>
<tr><th>序号</th><th>步骤</th><th colspan="4">工作内容和检查项目</th></tr>
<tr><td>4-1</td><td>原管检查（在工厂）</td><td colspan="4">在交货之前，应对所有合金钢管道进行检查，如果在磁粉检验中发现任何线性迹象，则为不合格产品。</td></tr>
<tr><td>4-2</td><td>原管到货后预检</td><td colspan="4">1. 核对相应材料的发货单
2. 核对数量和质量证书
3. 核对尺寸、外观和管道的标识号</td></tr>
<tr><td>4-3</td><td>弯管准备</td><td colspan="4">1. 根据工作说明书核对标记
2. 核对起点和终点（半径）
3. 核对加工方向</td></tr>
<tr><td rowspan="4">4-4</td><td rowspan="4">弯制</td><td colspan="4">1. 原管道和线圈设定
2. 弯制条件设定
3. 弯制条件包括：</td></tr>
<tr><td>材料</td><td>工作温度</td><td>进料速度</td><td>冷却方法</td></tr>
<tr><td>15NiCuMoNb5</td><td>900~950°C</td><td>30mm/min</td><td>空气</td></tr>
<tr><td colspan="4">4. 弯制后热处理参见 5-12。</td></tr>
<tr><td>4-5</td><td>坡口制备</td><td colspan="4">1. 按照客户的技术规范并只能按照要求选择加工方法。
2. 管端的形状应符合 DIN2559 标准</td></tr>
</table>

序号	步骤	工作内容和检查项目
		3. 完工后应进行清洗

5. 外观和成品检查

序号	项目	工作内容和检查项目
5-1	外观	检查所有弯管，特别注意是否存在氧化皮和起皱现象。
5-2	椭圆度	1. 椭圆度按照以下公式计算： 椭圆度＝$2\times(OD_{max}-OD_{min})\times100\%/(OD_{max}+OD_{min})$ 弯管体的椭圆度≤3% 弯管端部的椭圆度≤1% 2. 对应于每个 22.5°弯曲角，相应弧长至少为 300mm。
5-3	弯曲角	1. 方法：检查板。分别测量弯管的起点、中点和终点。 2. 角度公差：±0.5°(在 500mm 切向长度内)。
5-4	壁厚	在弯制前和弯制后，每隔 22.5°弯曲角或 300mm 弧长都应检查壁厚。在每个圆周上从拉伸区、压缩区和中间区取三个测量点。测量值可用壁厚的变薄率表示，并以下式计算： 变薄率＝$(t-t')/t\times100\%\leq12.5\%$ t-弯制前壁厚 t’-弯制后壁厚 t’不得小于最小壁厚允许值
5-5	弯曲半径	3 倍外径 ≤R≤6000mm 为适宜值（符合立体图） 测量差值应在 0~＋50mm 范围内。
5-6	不平度公差	1. 方法：检查板 2. 最大值：5mm
5-7	凸起和凹陷	最大高度：h≤3%Dm 两凸起间的最大距离：a≥12h
5-8	硬度检查	1. 除 15Mo3(20%)材料的管道外，每根弯管都应进行硬度检查。 2. 硬度检查应在弯制后热处理之后进行。 3. 硬度检查必须符合 DIN53505 标准。
5-9	检修	1. 不允许采用焊接的方法修复弯管。 2. 对于如搭接、剥落、裂缝等缺陷，可在保持最小允许壁厚的前提下采用研磨的方法消除。

<table>
<tr><th>序号</th><th>项目</th><th colspan="3">工作内容和检查项目</th></tr>
<tr><td>5-10</td><td>管颈尺寸</td><td colspan="3">记录测量尺寸，如有必要，应进行切割，使其与图纸中的尺寸一致。</td></tr>
<tr><td rowspan="5">5-11</td><td rowspan="5">热处理后进行
磁粉检验或液体渗透检验</td><td colspan="3">对每根弯管的弯制区域的外表面分别根据 DIN54130 和 DIN54152 进行磁粉检验和液体渗透检验。
要求：-不允许出现裂纹类缺陷
-线性和圆形迹象</td></tr>
<tr><td>主尺寸</td><td>线性迹象</td><td>圆形迹象</td></tr>
<tr><td>≤2mm</td><td>≤10</td><td>≤25
间距>1.5mm</td></tr>
<tr><td>>2mm
≤6mm</td><td>≤3</td><td>≤10
间距>1.5mm</td></tr>
<tr><td>>6mm</td><td>无</td><td>无</td></tr>
<tr><td>5-12</td><td>弯后热处理</td><td colspan="3">1. 对材料为 15NiCuMoNb5 的弯管，应进行弯后热处理。
2. 处理过程
2.1 以规定的加热速率加热；
2.2 将工件保持在规定的温度（与管壁厚度有关）。
3. 加热速率、温度和冷却速率
3.1 对材料 15NiCuMoNb5，在弯制后进行回火处理；
3.2 加热速率与管壁厚度有关，可由下式计算：
加热速率(°C/Hr) ≤250×25/管壁厚度(mm)；当 T>300°C 时，最大值为 300°C/Hr。
3.3 回火处理
回火温度保持在 600－660°C
保持时间：2.5min/mm，至少 60 分钟。
冷却方法：空气冷却</td></tr>
<tr><td>5-13</td><td>成品试验</td><td colspan="3">1. 试验量：对每个加热温度、每个尺寸的弯管和每个热处理温度下各取一根进行试验
2. 取样位置：直管的端面
3. 每批试验管道的试验范围：
对于材料为 WB36 的 S≥10mm 的管道和材料为 15Mo3 的 S≥20mm 的管道，应进行以下试验：
室温下的拉伸试验；
取一组 ISO-V 样品在室温下进行缺口棒冲击试验</td></tr>
</table>

6. 涂层、标记、包装和运输

序号	项目	工作内容和检查项目
6-1	喷砂	1. 内外表面必须保持清洁，应除去红锈、黑皮和油脂等。 2. 喷砂处理程度：SIS SA 2 1/2（表面质量）
6-2	涂层	参考技术规范 NO：QC-03“清洗和涂层程序”
6-3	标记	1. 在弯管中间的外表面 2. 标明管段号
6-4	包装	1. 管道端部应用橡胶盖封住
6-5	文件	1. 制造工艺规程表（如需要） 2. 中频弯管和冷弯管的产品外观检查报告 3. 无损检验记录 4. 热处理记录

热处理程序

目　录

1. 范围

1.1 本规程适用于外高桥电厂#1 机组和#2 机组的所有管道的热处理。

1.2 本规程适用于中间及最终的焊后热处理。

2. 目的

2.1 消除由于中频弯管或焊接产生的内应力。

2.2 提高焊缝或弯管的金属性能。

3. 温度测量与仪器固定

3.1 除非另有规定，应使用自动温度记录仪器。

3.2 除非另有规定，应使用铬镍-铝镍热电偶。

3.3 应对温度测量仪或记录器进行正确的校验，并且在一年之后以及任何检修之后进行检定。

3.4 采用正确的方法将热电偶固定在要经受热处理的部件上。

3.5 如果热电偶将被固定在不锈钢或铬镍铁部件上，则应先在这些部位进行堆焊处理，然后再将热电偶固定于这些部位。

3.6 热处理工序结束后，将焊点及堆焊材料磨平。

3.7 对热电偶采取保护措施，使其不测量热源的直接辐射热。

3.8 热电偶的数量和组装位置见附件 1。

4. 热处理的准备工作

4.1 清理要经受热处理的部件，确保没有机加工冷却液或检验残余物，如渗透液或磁粉检验液，以及其它在加热后可能对接受热处理的部件造成损害的污染物。

4.2 适当的支承与拉牢零部件，确保所使用的材料在加热过程中不会发生变形。

5. 热处理过程

5.1 加热速度

5.1.1 加热应在规定的加热范围内。加热速度与管壁厚度的关系可通过以下公式进行计算：

5.1.2 加热速度（℃/h）≤ 250×25/管壁厚度（mm）

5.2 冷却速度

冷却速度与加热速度相等。

5.3 温度与范围

5.3.1 对于 15NiCuMoNb5 材料，温度范围为 560~590℃，最短保持时间与管壁厚度的关系为 2.5 分钟/毫米，并不得短于 30 分钟。

6. 加热装置

6.1 弯管后的热处理采用炉中热处理。

6.2 焊后热处理采用炉中热处理或局部热处理。

7. 局部焊后热处理

7.1 利用电阻加热器进行局部焊后热处理。

7.2 焊缝的加热由电阻加热器进行，加热器安置在部件有焊缝部位的外部或内部，或安置在将经受热处理的部位。

7.3 加热装置的数量和功率应能保证获得本规程中要求的梯度和温度。

7.4 保温层应足以维持所使用的规范中规定的受热区域。

7.5 利用钢带或其它工具将保温垫固定在管道上，确保在热处理过程中保温垫不会松脱。

7.6 任何情况下都不允许用焊接件将保温垫固定在部件表面。

8. 使用燃气或燃油加热器的炉中热处理

8.1 使用燃气或燃油燃烧器的炉中加热，必须使用流化床式炉膛，且其长、宽、高的尺寸必须满足要求。

8.2 炉膛内部衬有防火材料，可耐 1200℃的高温。炉膛装有垂直滑门，使床可以拉出进行装料和卸料。

8.3 温度控制

炉膛烟气温度通过合理布置在炉膛壁的大量热电偶进行控制。

8.4 用于控制炉膛烟气或燃油温度的热电偶为 K 型（铬镍-铝镍热电偶），最高温度为 1200℃，这些热电偶装在不锈钢护套内，以免直接被炉膛烟气或燃油损坏。对于 WB36 材料的弯管，弯曲后热处理温度也必须采用与弯管直接接触的热电偶测量，热电偶的位置和数量，参见附录 1。

8.5 补偿线采用康铜材料或与热电偶相同的材料。

8.6 热电偶引线通过管壁穿出，以记录热处理件的温度，如有需要，可使用更多的热电偶。

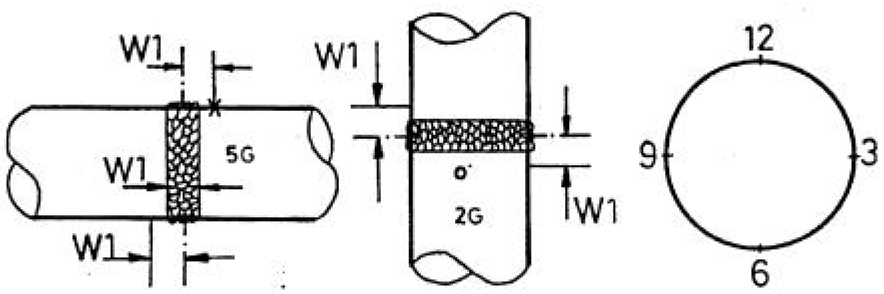
8.7 使用 Sekonic 控制器将时间温度图以一定的速度打印出来，从而控制时间和温度。

9. 控制与记录

9.1 由技术办公室编制热处理图。

9.2 热处理图应指明加热速度、保持时间及温度、冷却速度。

附件 1
局部焊后热处理中热电偶的位置



W1=焊缝宽度

对接环焊缝的焊后热处理用热电偶的数量及位置（最低要求）。

位置 5G

外径≤168mm	➔ 1 热电偶，12 点时放置
168mm<外径 ≤355mm	➔ 2 热电偶，12 点、6 点时放置
355mm<外径 ≤508mm	➔ 3 热电偶，12 点、6 点、3 点或 9 点时放置
>508mm	➔ 4 热电偶，12 点、6 点、3 点时放置

磁粉检验程序

目 录

1. 范围

本程序适用于弯管、焊缝（包括补焊）、母材金属以及承压部件在拆去临时附件后的区域进行的磁粉检验。

2. 适用文件

2.1 AD-HP5/3

2.2 DIN54130（1974 年版）

2.3 QC-01

2.4 QC-02

2.5 QC-08

3. 人员资格

3.1 根据本技术规范的要求，所有磁粉检验人员必须已获得满足 AD-HP4 要求的资质。

3.2 试验性能及评价应由 II 级资格人员在 I 级资格人员的协助下（如有必要）进行。

4. 磁粉检验设备与材料

4.1 Y-6，磁轭技术磁粉检验公司生产（或国内类似设备）

4.2 使用的磁粉洒施器
手提式喷洒器

4.3 使用的检验介质（磁粉）
将使用合适类型的磁粉。

5. 温度

进行磁粉检验时部件表面温度不应超过 315℃。

6. 磁粉检验技术

6.1 磁轭间距

被检验表面及其至少 25mm 附近的区域内应是干燥的，并且没有任何污垢、油脂、纤维屑、锈皮、焊剂、焊接飞溅颗粒、油或其它妨碍检验的异物。一般来说，已完成的焊接表面轮廓及其与母材金属间的过渡只要光滑均匀且不存在不可接受的咬边、焊瘤，就能获得满意的检验结果。

6.2 照明

应在照明良好的区域内进行磁粉检验。

6.3 操作顺序

应采用连续磁化法进行检验。

6.4 磁化方向

每一区域至少应分别进行两次检验。在第二次检验时，磁场方向应与第一次检验时的磁场方向接近垂直。

6.5 施加磁粉

应在磁化电流接通的情况下施加干磁粉，并且应在试验面上施加一均匀的干磁粉薄层。

6.6 磁轭的提升力

(a) 至少每年检查一次磁轭的磁力，在磁轭受到损害时则必须进行检查。如果某磁轭已停用一年或一年以上，则在使用该磁轭之前必须进行检查。

(b) 对于每一交流磁轭，其在将要使用的最大极距下的提升力至少应为 10 lbf（45N）。

(c) 每个磁轭在使用之前，应采用著名制造商生产的衡器进行称量，并且称得的重量应符合适用的标称重量。如果某磁轭受到了可能会引起材料潜在损失的损害，则应对其重量进行校核。

6.7 多余磁粉的清除

应在磁化电流接通的情况下，使用手泡产生干气流来清除多余磁粉。

6.8 检验范围

检验应具有足够的区段重叠度以保证 100%检验。

6.9 检验后清理

完成检验之后，应采用正确的方法清除磁粉。

6.10 退磁

不要求。

7. 显示迹象的评价

磁粉滞留显示出迹象。但是，并非所有的显示迹象都表示存在缺陷，这是因为表面过于粗糙、磁导率发生变化（如热影响区边缘）等都可能产生类似的迹象。

一个迹象是一种机械缺陷的依据，只有尺寸大于 2.0mm 的迹象才予以考虑。

(a) 线状迹象是指其长度大于其三倍宽度的迹象。

(b) 圆形迹象是指其长度等于或小于宽度三倍的圆形或椭圆形迹象。

(c) 任何有问题或可疑的迹象应作进一步检验，以确定是否有缺陷。

8. 验收标准

所有要检验的表面不应有：

(a) 相关的线状显示迹象；

(b) 相关的大于 5.0mm 的圆形显示迹象；

(c) 同一直线上有 4 个或更多个边缘间距小于等于 2.0mm 的圆形显示迹象；

(d) 在一主尺寸不超过 150mm，面积为 3870mm2 的区域的表面上有 10 个或更多个圆形显示迹象，并且该区域被视为相对于正被评价的显示迹象最为不利的区域。

(e) 缺陷的显示迹象范围可能大于造成该迹象的缺陷本身的范围，但是迹象的大小是验收评定的依据。

9. 修补要求

应将缺陷清除或将缺陷减少到可接受的范围。如果缺陷可通过铲除或打磨的方法去除，则不需要进行随后的补焊，而去除缺陷后该区域应与周围表面相吻合，避免形成尖的凹口、裂纹或转角。如果在修补缺陷后需要进行补焊，则应进行表面清理，然后按规定的焊接工艺进行焊接。

(a) 非相关显示迹象的处理：

所有非相关迹象一律视作缺陷，除非通过同一方法所作的重新检验或通过表面修补表明不存在不可接受的缺陷。

(b) 已清除缺陷的区域的检验：

当认为缺陷已除去并在进行补焊之前，应采用适当的方法对该区域进行检验，以保证缺陷确已除去或者已被减少到可接受的范围内。

(c) 修补区域的重新检验：

在完成修补之后，修补区域应与周围表面相吻合，避免形成尖锐的凹口、裂纹或转角，并用其它所有原来要求的、适用于受影响区域的检验方法进行重新检测。当修补深度小于射线照像灵敏度时，可不进行射线照像。

10. 记录

应记录所有的磁粉检验结果。参见附表。

磁粉检测记录
MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION RECORD

记录编号
Record No.____
页数
Page ___________

工作号 Job No.		**制造通知单编号** Traveler No.	
产品名称 Product		**图 号** Drawing No.	
零件名称 Part Name		**件号** Part No.	
焊缝编号 Weld Joint No.		**检验日期** Examination Date	
检验条件 Examination Condition		**磁粉** Ferromagnetic Particle	
使用装置 Equipment used		**制造厂商** Manufacturer	
磁化方式 **线圈** Coil **直接** Direct **磁针** Prod **磁轭** Yoke		**商标名称** Brand Name	
磁化电流 Magnetizing Current		**批号** Batch	
退磁 **有** **无** Demagnetization Yes No		**颜色** **黑** Black **灰** Grey color **红** Red **荧光** Fluorescent	
圆棒电极之间的距离（或磁轭之间隔） Distance between Prod and Yoke		**类别** **湿式** **干式** Type Wet Dry	
表面状态 Surface preparation	As Rolled **轧制** As Weld **焊态**	As Forged **锻态** As Cast **铸态**	Machined **加工** Grinded **磨光**

检测位置简图及附注
Examined area Sketch & Remark

判定： Judgement	**合格** Accept	**不合格** Unaccept	**再检测** Re-Exam	**判定标准（规程/程序）** Judgement Standard (Code /Procedure)

检验员 Examiner		**审查** Reviewed		CHEC		**公认检验员** AI/ANI	**客户** Customer	
签章 Sign/Stamp	**日期** Date	**签章** Sign/Stamp	**日期** Date	**签章** Sign/ Stamp	**日期** Date	**签章** Sign/Stamp	**签章** Sign/ stamp	**日期** Date

液体渗透检验程序

目 录

1. 范围

本程序适用于弯管、焊缝（包括补焊）、母材金属以及承压部件在拆去临时附件后的区域进行的液体渗透检验。

2. 适用文件

2.1 DIN 54152

2.2 AD-Merkblatt HP4（1989 年版）：无损检验监督人员和试验人员

2.3 AD-Merkblatt HP5/3（1989 年版）：焊缝接头的无损检验

2.4 QC-01 管道检查试验方案

2.5 QC-02 管道检验和检查程序

3. 人员资格

3.1 按照本规程进行液体渗透检验的所有人员必须具备丰富的相关知识，并获得中国无损检验中心颁发的有效证书。他们必须熟悉本规程给出的试验程序。

3.2 试验性能及评价应由 II 级资格人员进行。

4. 使用的材料

4.1 在着色渗透检查中，应使用水洗方法。

4.2 在进行检验时应遵守制造商推荐的技术标准。

5. 液体渗透检验程序

5.1 表面制备

5.1.1 将要进行检验的所有部件表面以及其相邻至少 25mm 的区域内应是干燥的，而且不应当有任何堵塞缺陷表面开口或干扰检验进行的污垢、油脂、纤维屑、锈皮、焊剂、焊接飞溅颗粒、油以及其它异物。

5.1.2 检验区域应为焊缝表面以及焊缝每一侧至少 13mm 的母材区域。

5.1.3 将要进行液体渗透检验的表面不应进行喷砂或喷丸处理。

5.2 预先清理与干燥

5.2.1 可以采用以下方法之一或多个方法进行表面清理：

5.2.1.1 机械清理与表面修整；

5.2.1.2 蒸发脱脂

5.2.1.3 溶剂清理

5.2.2 在涂洒渗透剂之前应至少进行 5 分钟的蒸发干燥。

5.3 照明
应在照明良好的区域内进行渗透检验。

5.4 检验温度

5.4.1 标准温度范围：16℃至 52℃。

5.4.2 对于其它温度，本规程应作相应的改变并需重新进行合格性试验。

5.5 喷涂渗透剂

5.5.1 应采用压力罐喷涂的方法施加渗透剂。

5.5.2 表面应保持潮湿不少于 10 分钟，不超过 30 分钟。

5.6 多余渗透剂清除
经过了规定的渗透时间后，应采用以下技术清除多余的渗透剂。

5.6.1 应使用洁净的干布将检验表面擦拭干净。应重复进行擦拭直至剩余的大部分渗透剂痕迹被擦去为止。

5.6.2 随后用清除剂润湿一块洁净的干布，轻轻地擦拭表面，直至所有剩余的渗透剂痕迹全部擦除为止。在擦拭过程中，应注意不要将缺陷中的渗透剂擦去。在喷涂渗透剂之后并且在涂上显像剂之前，禁止使用清除剂冲洗该表面。对检验表面进行大约 5 分钟的正常挥发。

5.7 喷涂显像剂

5.7.1 以压力罐喷涂的方式在整个受检验表面上均匀地涂上薄薄的一层显像剂。如果该显像剂层太薄，则渗透剂将无法从缺陷中溢出；相反地，如果太厚，则会形成显像液池，从而掩盖了显示痕迹。

5.7.2 最终分析应在喷涂显像剂 7 至 30 分钟后进行（在分析之前，显像剂必须完全干透）。如果检验表面太大，以至于无法在规定的时间完成整个检验，则应逐块对检验表面进行检验。

6. 显示迹象的评价

一个迹象是一种机械缺陷的依据，仅考虑主尺寸大于 1.0mm 的迹象。

6.1 线状迹象是指其长度大于三倍宽度的迹象。

6.2 圆形迹象是指其长度等于或小于三倍宽度的圆形或椭圆形迹象

6.3 任何有问题或可疑的迹象应作进一步检验，以确定是否有缺陷。

7. 验收标准

所有要检验的表面应：

7.1 无相关的线状迹象；

7.2 无相关的大于 5.0mm 的圆形迹象；

7.3 同一直线上不得有 4 个或更多个边缘间距小于等于 2.0mm 的圆形显示迹象；

7.4 在一主尺寸不超过 150mm、面积为 3870mm^2 的区域的表面不得有 10 个或更多个圆形迹象，并且该区域被视为相对于正被评价的显示迹象最为不利的区域。

8. 修补要求

应修补不可接受的缺陷并进行重新检验，将缺陷清除或减少到可接受的范围。如果缺陷可通过铲除或打磨的方法去除，则不需要进行随后的补焊，而清除了缺陷的区域应与周围表面相吻合，避免形成尖的凹口、裂纹或转角。如果在修补缺陷后需要进行补焊，则应进行表面清理，然后按规定的焊接工艺进行焊接。

9. 记录

应记录所有着色渗透检验结果。

该记录的格式，参见附表。

液体渗透检测记录
LIQUID PENETRANT EXAMINATION RECORD

工作号 Job Name		制造通知单 Traveler No.	
产品名称 Product		图号 Drawing No.	
零件名称 Part Name		件号 Part No.	
焊缝编号 Weld Joint No.		记录号 Record No.	
使用材料 PT Material Used		母材材质 Base Metal	

名称 Name	制造商 Manufacture	类别 Type	批号 Batch/lot No.	室温 Room Temperature	15.5-52°C 60-125°F			
渗透剂 Penetration				表面温度 Surface Temperature	15.5-52°C 60-125°F			
清洗剂 Remover				渗透时间 Penetration Time		分 Min		秒 Sec
显像剂 Developer				显像时间 Developing Time		分 Min		秒 Sec
				检测日期 Examination Date				

备注及简图
Note & Sketch

判定 Judgement		合格 Accept		不合格 Unaccept		再检测 Re-Exam	判定标准（规章/程序） Standard (Code/Procedure)	

检验员 Examiner			审查 Reviewed			认可 Approved		公认检验员 AI/ANI		客户 Customer	
级别 Level	签章 Sign/stamp	日期 Date	级别 Level	签章 Sign/Stamp	日期 Date	签章 Sign/Stamp	日期 Date	签章 Sign/ Stamp	日期 Date	签章 Sign/ Stamp	日期 Date

焊接接头射线检查的一般程序

目 录

1 范围

本程序适用于碳钢、合金钢或不锈钢材料的压力容器及压力容器部件的焊缝（包括补焊焊缝）的射线检验。

2 适用的文件

2.1 AD-HP5/3

2.2 EN1435（1997 年版）

2.3 DIN 54109 和 DIN 54112

2.4 QC-01，QC-02

3 人员资格

使用本规程的人员必须获得中国机械工程协会无损检验部门颁发的资格证书。进行射线检验的人员最低应具备 I 级水平。射线检验评定人员至少应具备 II 级水平，并获得 TûV Rheinland（上海）有限公司的批准。

4. 检验范围

表 1 射线检验范围（%）

材料	尺寸	范围（%）
15NiCuMoNb5	t>15mm	0
	t≤15mm	100
	外径≤60.3	100
15Mo3	t>15mm	0
	t≤15mm	至少 50
	外径≤60.3	至少 10

5 射线检验技术

5.1 定义

本标准中各术语定义如下：

5.1.1 标称厚度，t

标称厚度仅适用于母体材料。制造公差不包括在内。

5.1.2 穿透厚度，w

指基于标称厚度计算的射线方向的材料厚度。

对于多壁技术，渗透厚度基于标称厚度算出。

5.1.3 物-片距，b

指试验物体射线侧与底片表面之间沿射线束轴线测得的距离。

5.1.4 射源尺寸，d

指放射源尺寸。

5.1.5 源-片距（SFD）

指辐射源与底片之间沿光束轴线方向的测量距离。

5.1.6 源-物距，f

指射线源与试验物体射线侧沿射线束轴线方向的测量距离。

5.1.7 直径，De

指管道的标称外径。

5.1.8 缺陷尺寸（高或宽），h

5.2 射线技术的试验等级

对于材料 15NiCuMoNb5 和 15Mo3 来说，试验等级为 B 级。

5.3 表面准备

在进行射线试验前，焊接表面先进行外观检查确保合格。

5.4 底片标识

对进行射线检查的试验物体的每一部分进行标识。这些标识符号的影像应显示在被试验部分外侧的底片上，以防止影像模糊不清。

5.5 底片搭接

当采用两张或两张以上的独立底片对物体进行射线照相时，各底片应充分搭接，以保证被检验区域的影像完整。在物体的表面涂上高浓度标记，如果该标记显示在每张底片上，则表明被检验区域的影像是完整的。

5.6 **像质计（IQI）的型号和位置**

5.6.1 **像质计包括线型和孔型两种型号。**

5.6.2 **当使用线型像质计时，线应与焊缝垂直，放置位置应保证至少 10mm 线长能使某一区域内显示出均匀的光密度，该线长通常出现在与焊缝相邻的母材金属中。**

5.6.3 **当使用孔型像质计时，其放置位置应保证所需数量的孔靠近焊缝。**

5.6.4 **当管道直径大于等于 200mm 且射线源位于中心位置时，应沿管道圆周均匀布置至少 3 只像质计。这样可认为底片显示的 IQI 图像代表整个周长。**

5.7 **图像质量评价**

通过对底片上的 IQI 的图像进行检验，便可确定可分辨的最短线或最小孔的数量。如果某一条长度至少为 10mm 的线以均匀的光密度显示，则认为该线图像合格。在使用孔型 IQI 时，如果底片上出现阶梯，且有两个相同直径的孔清晰可辨，则认为这种阶梯是可见的。

获得的图像质量应在射线检验报告中指明。在每种情况下应清楚说明所使用的指示类型，如同 IQI 上显示的一样。

5.8 **最小图像质量值**

最小图像质量值见附件 A。

5.9 **射线源**

x-射线	300KVA	5mA
γ-射线	Ir-192	最大射线源的尺寸为 3mm×3mm

5.10 **底片**

可使用 1 型底片（Kodak M 或 Agfa D4）、2 型底片（Kodak AA 或 Agfa D7）或 5 型底片(Tianjin)。

5.11 **增感屏**

应根据试件厚度使用铅箔增感屏。前增感屏的厚度为 0.03mm～0.13mm，对于γ射线，后增感屏的厚度应为 0.10～0.25mm。

5.12 **反向散射射线的遮蔽**

如有必要，可在底片-增感屏接合处的背面放置一块铅板（最小厚度为

1mm）或一块锡板（最小厚度为 1.5mm）遮蔽反向散射射线，防止底片受到反向散射射线的影响。

在进行每次新的检验时，可在紧靠每个底片盒的后面放置一个铅制字母 B（最小高度为 10mm，最小厚度为 1.5mm），以检查是否存在反向散射射线。如果字母变黑或不可见，则射线合格，并证明能够遮蔽散射射线。

5.13 源-物距

最小的源-物距（f_{min}）取决于源尺寸 d 和物-片距（b）。

$f/d \geq 15(b)^{2/3}$；b 的单位为毫米（mm）

如果 $b<1.2t$，则用标称厚度 t 代替 b。

如果使用椭圆技术或垂直技术，则应用管道外径代替 b。

5.14 射线密度

曝光条件应保证在被检验区域内的射线光密度的最小值为 2.3。经合同双方同意，此值可减小到 2.0。

5.15 底片处理

5.15.1 底片应在 CEMR 的工厂内进行手工处理。

5.15.2 在处理底片时应遵守制造商的建议。

6. 记录存档和保存

6.1 底片、记录和报告应由 RT 二级检验员及时存档。

6.2 所有的底片应至少保存三年。

7. 验收标准

序号	缺陷名称	说明	缺陷限制（B 级）
1	裂缝	所有类型的裂缝	不允许
2	熔合不良		不允许
3	渗透不足		不允许
4	孔隙率和气孔	满足下列条件： a) 缺陷投影区累积最大尺寸 b) 对接焊焊缝中单个孔的最大尺寸 c) 最大尺寸	 1% ≤0.3t 3mm
5	局部（空穴群）孔隙率	空穴群区域内的气孔总面积在相加和计算后，以占下列两个区域中较大区域的面积百分比表示：即包含所有孔的分布区或以焊缝宽度为直径的圆。 允许有局部的气孔区域。还应考虑遮盖了其它缺陷的可能性。 应满足以下条件和限制： a) 缺陷投影区累积最大尺寸 b) 对接焊中单个孔的最大尺寸 c) 局部（空穴群）气孔的最大尺寸	4% ≤0.3t 2mm
6	长条状气穴，条虫状气孔	对接焊焊缝中出现较长的缺陷 在任何情况下，长条状气穴或条虫状气孔的最大尺寸	不允许
		对接焊焊缝中出现的较短的缺陷 在任何情况下，长条状气穴或条虫状气孔的最大尺寸	≤0.3t 2mm 或 NLTT
7	固体熔渣（非铜）	对接焊焊缝中出现的较长的缺陷 在任何情况下，长条状气穴或条虫状气孔的最大尺寸	不允许

序号	**缺陷名称**	**说明**	**缺陷限制**（B **级**）
		对接焊焊缝中出现的较短的缺陷在任何情况下，长条状气穴或条虫状气孔的最大尺寸	≤0.3t 2mm **或** NLTT
8	**铜熔渣**		**不允许**

附件 1：象质最小值

单壁技术：IQI 在射源侧

线型 IQI(1)	
标称厚度 (mm)	IQI 值
~1.5	W19
1.5~2.5	W18
2.5~4	W17
4~6	W16
6~8	W15
8~12	W14
12~20	W13
20~30	W12
30~35	W11
35~45	W10
45~65	W9

线型 IQI(1)(1)	
标称厚度 (mm)	IQI 值
~2.5	H2
2.5~4	H3
4~8	H4
8~12	H5
12~20	H6
20~30	H7
30~40	H8
40~60	H9
60~80	H10

1) 当使用 Ir192 射线源时，允许 IQI 值低于表中所列的值。
厚度为 12mm-40mm 时：≤1

双壁技术：双图像：IQI 在射源侧

线型 IQI(1)	
标称厚度 (mm)	IQI 值
~1.5	W19
1.5~2.5	W18
2.5~4	W17
4~6	W16
6~8	W15
8~15	W14
15~25	W13
25~38	W12
38~45	W11
45~55	W10
55~70	W9

线型 IQI(1)(2)	
标称厚度 (mm)	IQI 值
~1	H2
1~2.5	H3
2.5~4	H4
4~6	H5
6~11	H6
11~20	H7
20~35	H8

2) 当使用 Ir192 射线源时，允许 IQI 值低于表中所列的值。
厚度为 4mm-11mm 时：≤1

双壁厚度：单像或双像：IQI 在底片侧

线型 IQI	
标称厚度 (mm)	IQI 值
~1.5	W19
1.5~2.5	W18
2.5~4	W17
4~6	W16
6~12	W15
12~18	W14
18~30	W13
30~45	W12
45~55	W11
55~70	W10
70~100	W9

线型 IQI(1)(3)	
标称厚度 (mm)	IQI 值
~2.5	H2
2.5~5.5	H3
5.5~9.5	H4
9.5~15	H5
15~24	H6
24~40	H7
40~60	H8
60~80	H9

3) 当使用 Ir192 射线源时，允许 IQI 值低于表中所列的值。
厚度为 5.5mm-9.5mm 时：≤2
厚度大于 9.5mm 小于 24mm 时：≤1

超声波检验程序

目 录

UT 程序

1. 范围

1.1 本程序适用于对钢制的厚度超过 15mm 的压力容器或压力容器部件的焊缝（包括补焊）、热影响区和相邻母材金属以及类似的接头进行超声波检验。

1.2 本程序包括直射波与斜射波的技术要求。

1.3 本程序使用脉冲反射式直接接触法。

2. 适用文件

2.1 AD-Merkblatt HP4（1989 年版）：无损检验的监督人员和检验人员

2.2 AD-Merkblatt HP5/3（1989 年版）：焊缝接头的无损检验

2.3 QC-1 管道检查试验方案

3. 人员资格

3.1 按照本规程进行超声波检验的所有人员必须具备丰富的相关知识，并获得中国无损检验中心颁发的资格证书。他们必须熟悉符合本规程的检验程序，并得到授权检查部门（TUV Rheinland 有限公司）的批准。

3.2 应由 II 级资格人员进行检验及评价工作。

4. 检验范围

表 1：超声波检验范围（%）

材料	厚度	横向缺陷	纵向缺陷
15NiCuMoNb5	T>15mm	100%	100%
	T≤15mm	N/A	N/A
	外径≤60.3mm	N/A	N/A
15Mo3	T>15mm	最小 20%	最小 50%
	T≤15mm	N/A	N/A
	外径≤60.3mm	N/A	N/A

5. 检验类别

5.1 对于材料 15NiCuMoNb5，检验方法为 C 类；对于材料 15Mo3，检验方法为 B 类。

5.2 在 B 类检验中，应从两侧对焊缝进行检验（当检验纵向缺陷时，在图 1 中所示的位置 1 和 2 或位置 3 和 4；当检验横向缺陷时，在图 2 所示的位置 1 和 2）。如果由于最后焊道太粗糙而无法进行 B 级检验，则允许对母材的表面探伤。

5.3 在 C 类检验中，纵向缺陷的检验方法与 B 类相同，横向缺陷的检验将从焊缝表面进行，即从图 2 中的位置 1 和 2 开始。在某些情况下，可采用机加工顶部焊道的方法使探针接触试样。此操作应在检验纵向缺陷之前进行。

6. 设备

6.1 本程序中采用脉冲反射式 A 型扫描显示超声波探伤仪。

6.2 检验应在超声波脉冲反射系统中进行，该系统发生频率范围为 1MHz-5MHz。如果能够产生相同或更高的灵敏度，也可采用其它频率。

6.3 斜射波探头和直射波探头

6.3.1 检验频率

一般来说，当壁厚≤40mm 时，检验频率为 4MHz；当壁厚>40mm 时，检验频率为 2MHz。为提高分辨率或穿透能力也可采用其它频率。

6.3.2 入射角

如果检验表面在检验方向上不发生弯曲，则入射角应不小于 45 度；在壁厚<40mm 时进行的 B 类和 C 类检验中，入射角的选择应保证待检验表面上的冲击角不超过 70 度。

冲击角是指主声频波与冲击点处表面法线之间的夹角 （如图 3 中的β_1和β_2）。如果需满足此冲击角要求，应采用合适的入射角，或者从其它试验表面开始对试样进行探伤。

7. 表面准备

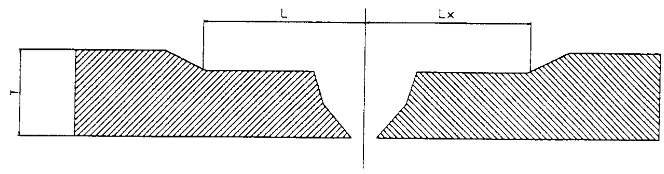
7.1 检验表面的宽度

组成试验表面的表面带的宽度应满足以下要求：在焊缝相邻区域的各体积单元上，必须在至少每两个半跳越距离范围内检验纵向缺陷，除非以另一个适当的入射角从另一个表面开始探伤。

对于壁厚>40mm 的 C 类检验，试验表面应满足以下要求：当采用小入射角时，试验范围包括整个跳越距离；当采用大入射角时，试验范围包括半个跳越距离。

焊缝相邻区域包括焊接金属和两侧相邻的母材，母材宽度如下表：

T：壁厚	两侧宽度要求	单侧长度 L
15～20	3×T＋30	3×T＋30
>20	2×T＋30	



如果不能保证两侧宽度 L＝Lx，则进行如下处理：

L 必须满足一侧的长度要求，Lx 的最小值为 2T；该表面上的焊缝必须已磨平，才可进行超声波交叉检验。

7.2　表面条件

探头与试样接触区域不应凸凹不平，这样不仅可明确地规定入射角，而且可使探头充分接触试样并防止翻转。探头与试样接触区域不应存在铁锈、氧化皮以及其它可能影响探头与试样接触的杂质。进行横向缺陷的超声波检验时，焊缝应加工平整或打磨光滑。

8.　焊缝检验程序

8.1　检验方向

除了进行横向和纵向缺陷检验外，还应在这两个方向之间的任何方向上进行缺陷检验，以发现可能出现缺陷的位置。此外，在进行横向和纵向缺陷检验时应来回移动探头，这可通过以扇形运动的形式转动探头实现这种重复操作。如果表面为曲面，则可连续改变接触状态以保证探头和试样充分接触。

对于直径≤101.6mm 的环焊焊缝，不需进行横向缺陷检验。

8.2 灵敏度调整

8.2.1 记录限值

8.2.1.1 DGS 方法

表 2 列出了圆形反射器的有关回波振幅，该回波形状不受法线和入射角的影响。

直径为 6mm 的圆形反射器的回波振幅适用于采用 tendem scan 进行检验。

表 2：横向缺陷和纵向缺陷检验中记录限值
与焊缝壁厚的关系

T 或 a[1)]（mm）	圆形反射器直径（mm）	
	入射角	法线角
≤15	1.0	2.0
15<T≤20	1.5	2.0
20<T≤40	2.0	2.0
>40	3.0	3.0
[1)]如果壁厚不同，应使用较小的厚度，而不考虑焊道的高度。		

8.2.1.1 标准块或基准线技术

可采用图 4 中给出的相当于调节反射器回波振幅的 50%（增益公差：6dB）的指示振幅。

8.3 降低横向缺陷检验时的记录限值

在进行横向缺陷检验时，如果多个回波指示值（多组指示值）不能分开显示，则应重新设定检验灵敏度，以便记录超过直径为 1mm 的圆形反射器的回波振幅的指示值（当使用 DGS 方法时）或低于规定的校准限值 12dB 的指示值（当使用标准块或基准线技术时）。

8.4 转移校正

考虑到改变探头和试件的接触状态和在试件中的衰减条件以及与校准块之间的偏差，8.2.1 节中的记录极限值只有在进行转移校正后才适用。在多个点检查校正情况，特别注意焊缝金属中的声波路径长度和表面均匀性。在部件上各个对比点确定的转移校正值应用于短管焊缝和连接焊缝的检验中。

8.5 反射点的范围

若回波振幅超过校准限值或衰减到表 3 中给出的 8.2.1 节规定的校准限值（以 dB 值表示），则反射点的长度通过探头距离显示。

当记录长度超过 10mm 时，则应标出该长度。点状指示值记录为≤10mm。

在移动探头时如果在回波包络线中出现可辨认的平直段，或有其它迹象表明出现了某一区域特性，则应在检验报告中说明。

表 3：确定记录长度的回波振幅失调度

T 或 a(mm)	超声波振幅失调度 低于记录限值以下（dB ）
≤10	0
10<T≤40	6
>40	12

9. 超声波检验结果评价

9.1 概述

如果超声波检验结果不能发现不允许的缺陷，则应进行检查试验（如射线检验）。如果检查试验发现的确存在缺陷，则应修复缺陷。如果有确切的证据说明缺陷在允许范围之内，则不用修复缺陷。

如果检查试验不能证明超声波指示值无意义，则应修复缺陷。

9.2 纵向缺陷检验

根据表 4 中的参考值进行评价。

表 4：纵向缺陷检验中允许的超声波检验结果的参考值

T 或 a(mm)	单缺陷最大允许记录长度（mm）	每个 6t 或 6a 范围内的总记录长度（mm）
≤6	-	-
6<T≤10	10	20
10<T≤20	20	30
20<T≤40	25	1.5t 或 1.5a
40<T≤60	30	1.5t 或 1.5a

<table>
<tr><td>T 或 a(mm)</td><td>单缺陷最大允许记录长度（mm）</td><td>每个 6t 或 6a 范围内的总记录长度（mm）</td></tr>
<tr><td colspan="3">点状记录指示值用于确定所有记录长度为 10mm 的长度之和。
回波振幅偏离记录限值的最大允许值可达 6dB。
当壁厚>10mm 时，允许出现回波振幅偏差达到 12dB、每米焊缝上长度达到 10mm 的指示值。对于这样的指示值，必须进行抽查抽样检验。例如，可采用射线检验或基于抽查抽样检验的焊缝留间隙方法。</td></tr>
</table>

如果出现多个重叠的指示，则各指示之间在厚度方向上的距离应超过较长的指示的长度。

如果几个指示连续出现相同的深度，则它们之间的距离至少应为较长指示的长度的 2 倍。如果不能满足这种条件，则上述指示应被看作是连续的，并应根据表 4 值进行评价。

通过 50mm 检查试验而视为允许缺陷的深度应在加工表面 10mm 以下。

如果超出了允许缺陷的标准，则应偏离记录限值 6dB 以下的相邻反射点进行评价，以确定修复区域。

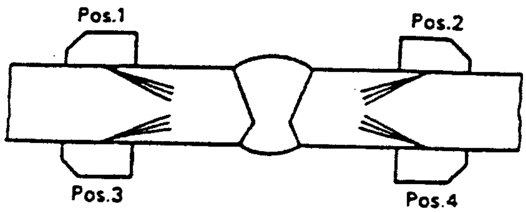
9.3 横向缺陷检验

在横向缺陷检验中显示的所有缺陷，如果不能提供充分的证据证明它们是由已发现的纵向缺陷引起的，都将被视为横向缺陷。对于达到 10mm 记录长度和回波振幅达到记录限值之上 6dB 的横向缺陷，在每米焊缝上最多只允许出现 3 处。在进行横向缺陷检验时，如果多个回波不能分开显示（指示组），则即使指示已低于记录限值，也应修复这些缺陷。为达到此目的，应设定检验灵敏度，以便记录超过直径为 1mm 的圆形反射器的回波振幅的指示值（当使用 DGS 方法时）或低于规定的校准限值 12dB 的指示值（当使用标准块或基准线技术时）。除非有明确的证据说明该指示不是由裂纹引起的，否则不允许采用其它评估方法。

10. 检验后清理

如果残余的耦合剂（机油或 CMC 膏）会影响后续处理或运行要求，则必须进行检验后清理。

在需要时，应采用适宜的机洗（刷洗）或溶剂清洗技术。



Ï

图 1：纵向缺陷检验时探头的位置

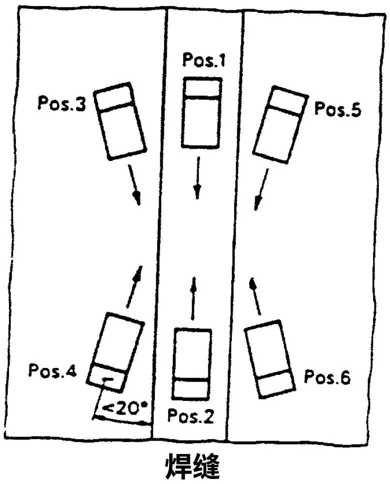


图 2：横向缺陷检验时探头的位置

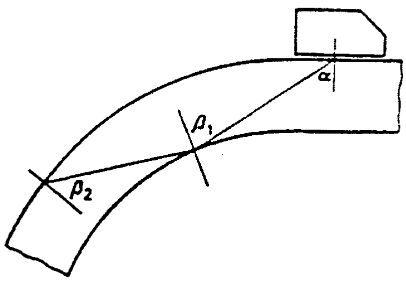


图 3：在检验方向上材料的几何形状弯曲时的冲击角

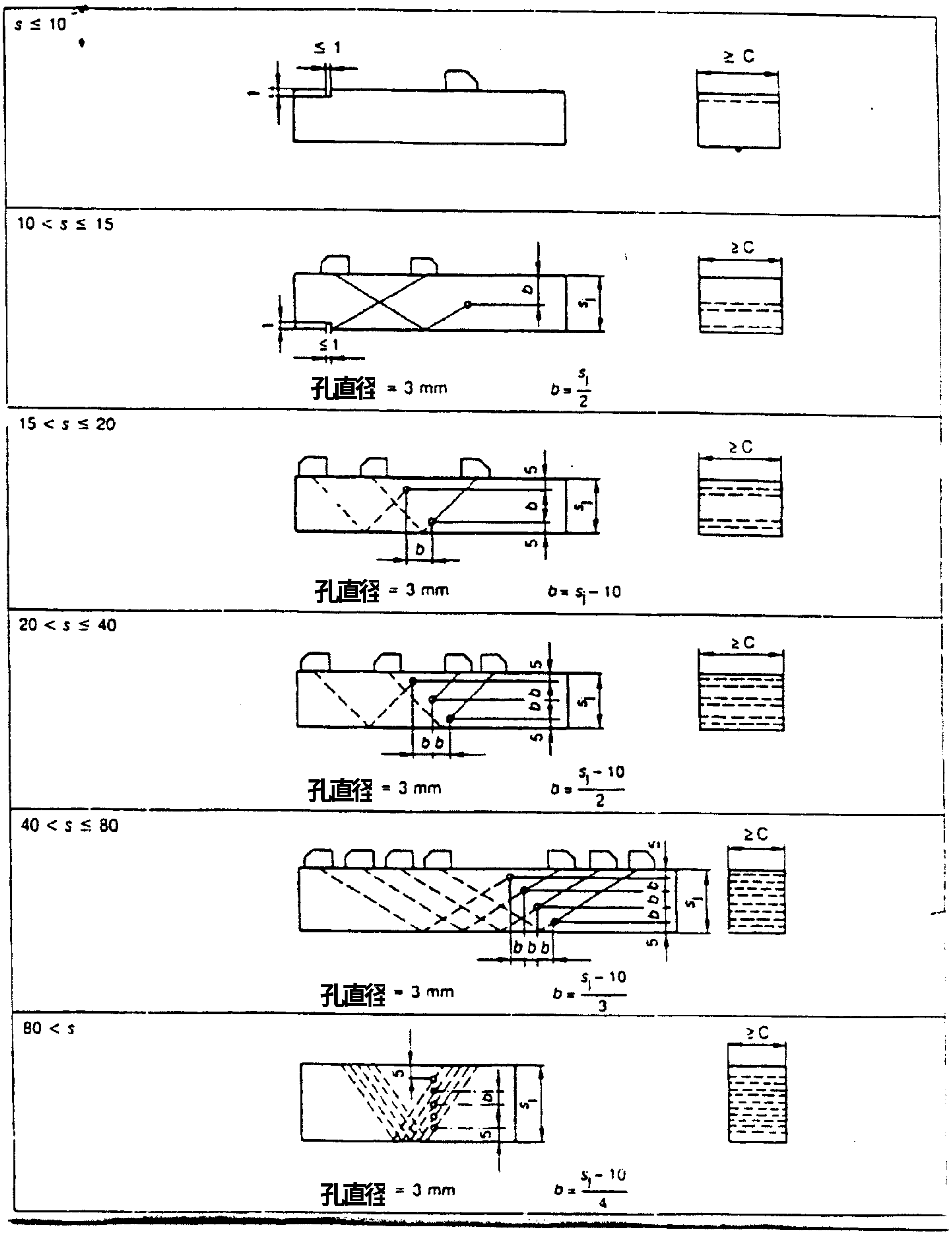


图 4：灵敏度调节所用的调节块或对比块

超声波检测记录
ULTRASONIC EXAMINATION RECORD

记录编号 Record No.___________

工作号 Job No.		**制造通知单号** Traveler No.	
产品名称 Product		**图号** Drawing No.	
零件名称 Part Name		**件号** Part No.	
焊缝编号 Weld Joint No.		**母材材质** Base Metal	
检测方法 Method of Exam	€ **直束** Straight Beam€ € **角束** Angle Beam	**表面状况** Surface Condition	€ **焊接** AS WELD € **轧制** AS ROLLED € **铸造** AS CAST € **锻造** AS FORGED
转能器 Transducer	€ **单** Single€ € **双** Double　**频率：** Frequency　MHZ	**直径：** Diameter	
耦合剂 Couplant	€ **机油** Machine Oil€**水** Water € **油脂** Grease €	**灵敏度** Sensitivity	
使用设备 Equipment Used	€Karl Deutsch 1000, 1004, €Krautkramer Usm 2Mt.	**检测日期** Examination Date	

判定: Judgement €	**合格** Accept €	**不合格** Unaccept. €	**再检测** Re-exam	**判定标准（规章/程序）**: Judgement Standard(Code/Procedure)

检验员 Examination			**审查** Reviewed			**认可** Approved		**公认检验员** AI/ANI		**订主** Customer	
级 别 Level	**签章** Sign /Stamp	**日期** Date	**级别** Level	**签章** Sign /Stamp	**日期** Date	**签章** Sign /Stamp	**日期** Date	**签章** Sign /Stamp	**日期** Date	**签章** Sign /Stamp	**日期** Date

外观检查程序

目 录

1. 范围

本程序规定了对部件设备的焊缝进行的外观检查和验收标准，应符合 DIN-EN25817（ISO5817）的要求。

2. 适用文件

DIN-EN25817（ISO5817）

3. 外观检查

3.1 只有在被检表面有充足的空间使双目与被检面的距离达到 24 英寸以内并且与相对于被测面之间的视角不小于 30°的情况下方可进行直接外观检查。可借助镜子改善视角，或可借助放大镜等辅助工具进行检查。需要立即检查时，如有必要应借助手电或其它辅助照明工具照亮细微部分或零部件，以获得至少 15fc 的照明来满足一般检查，至少 50fc 的照明对小的瑕疵进行探查和研究。

3.2 外观检查人员应每年进行视力检查，以保证自然或纠正的近距视力，达到可辨别为近距目测设计的 Jaeger 测试表和标准 J-1 字母的水平或用等价方法要求达到的水平。

4. 验收标准

应对所有焊缝进行外观检查，并且在以下条件得到满足时，焊缝视为合格。

4.1 焊缝无裂纹

4.2 相邻焊缝金属层间以及焊缝金属与母材间应完全熔透。

4.3 除了有效长度之外的断续角焊缝的末端，所有弧坑均应填满至整个横断面。

4.4 焊缝外形应符合图 1。

4.5 对于质量等级为 B 的焊缝，咬边不应超过 0.5mm；对于质量等级为 C 的焊缝，咬边不应超过 1.0mm。

4.6 任何单一连续焊缝的角焊缝不能小于图纸上的标称角焊缝尺寸。

4.7 垂直于计算出的拉伸应力方向的对接接头的全熔深坡口焊缝不能有任何

可见管状孔隙。对于其它所有坡口焊，直径为 1mm 或更大的可见管状孔隙的直径总和，在任何单位长的焊缝上不能超过 10mm，在任何 305mm 长的焊缝上不能超过 19mm。

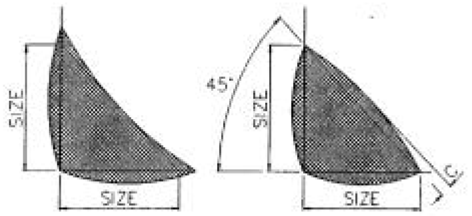
4.8 对于各种钢材焊缝的外观检查可以在整个焊缝冷却至室温后立即进行。

5. 报告

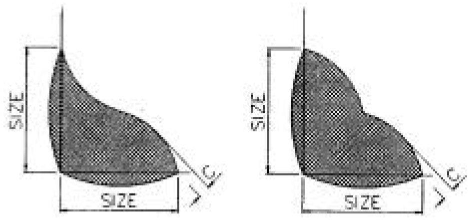
5.1 尽管在外观检查过程中记录的尺寸等有助于评价，但并非每次外观检查和尺寸检查都建立文件。在文件中应包括参考规范规定的外观检查和尺寸检查。

5.2 外观检查中发现的缺陷，应用合适的标记工具如粉笔、油漆和永久性墨水在部件表面进行标记。

5.3 所有缺陷都应按照第 4 部分的要求进行修补，以进行最终验收。



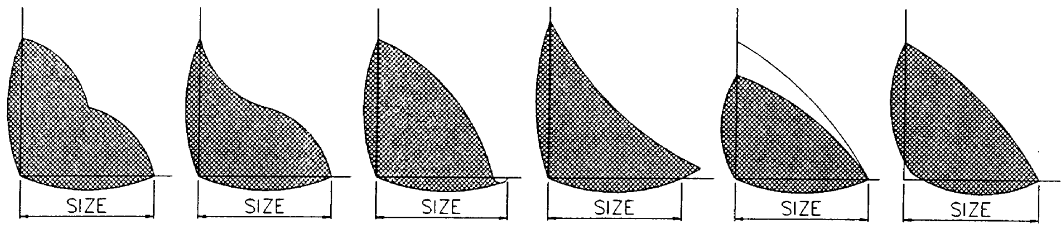
(A)　**理想的角焊缝外形**



(B)　**合格的角焊缝外形**

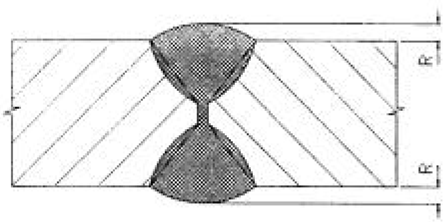
注：焊缝或单表面焊道的凸性 C **不应超过下表中规定的值：**

单表面焊道的测量焊脚尺寸或宽度 L	**最大凸性**
L ≤ 5/16 **英寸**（8mm）	1/16 **英寸**（1.6mm）
5/16 **英寸**< L ≤ 1 **英寸**	1/8 **英寸**（3mm）
L > 1 **英寸**（25mm）	3/16 **英寸**（5mm）

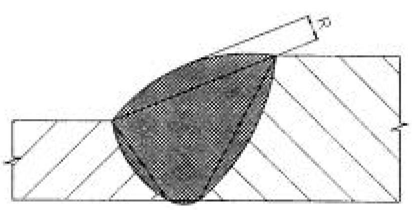


焊缝厚度不足	**过凸**	**咬边过度**	**搭接**	**焊脚尺寸不足**	**熔合不完全**

（C）**不合格的角焊缝外形**



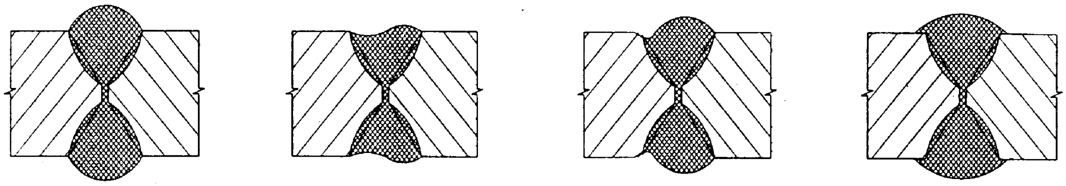
对接接头等厚度板



对接接头（过渡）不等厚度板

注：余高 R **不应超过** 1mm+0.1b，**且不超过** 5mm。

(D)**合格的对接接头坡口焊外形**



（E） **不合格的对接接头坡口焊外形**

图 1：**合格与不合格的焊缝外形**

包装、标记和运输程序

目 录

1. 范围

本程序适用于外高桥电厂 2×900MW 机组所有管道的包装、标记和运输。通常情况下，管道的包装、标记和运输应符合相应的 PI 17 要求。

2. 一般要求

2.1 一旦短管、管子及管道完工，应立即保护其端部，避免其受到外部损坏。管道应保持干燥、清洁并无氧化皮、锈迹、灰尘和有害物质；在管道密封之前，管道内部和外部应无灰尘、异物和水分进入。

2.2 用于焊接的所有短管、喷嘴、管子和管道的端部应采用橡胶、金属或塑料盲法兰、盖子或其它类似的方法保护。仅在开始管道安装之前才可除去这些保护装置。

2.3 如果管子和其它空心件内壁易被腐蚀，则应采用合适的塞子进行密封。如有必要，在密封之前应对这些部件的内壁进行防腐保护。黑色金属材料的焊接头在盖上盖子应涂脱氧铝或其它由专业化工公司生产的适用的等效化学产品。所涂长度从管头开始涂 50mm 长的环形。

2.4 已经过沥青处理或其它形式处理的管道必须采用适当的材料（如丝布或其它由塑料或相似材料制成的表面保护材料）保护，以防止管道与其它表面接触时受损。

2.5 所有法兰面、螺孔和其它黑色金属材料的机加工表面（除对焊接坡口外）应涂可除去的适当的防锈化合物。

2.6 所有法兰连接和活动法兰都应配备保护整个法兰面的装置，该装置用螺栓固定到位并应进行密封。

2.7 所有小部件如螺栓、螺母、支吊架和管夹等都应装在盒子和板条箱内。这些盒子和板条箱必须足够坚固，能满足规定的用途和载荷设计要求。

2.8 在起吊重量超过 5 吨的盒子或板条箱时应进行特殊的保护，应使用厚度大于 5mm 的钢板保护以免在搬运时发生损坏。

2.9 对于易发生腐蚀的货物，内部包装不应采用吸水性材料。

2.10 #1 机组和#2 机组的材料、管道和配件应分开包装并正确标识，不允许混合包装。

3. 包装要求

3.1 概述

a. **对每种部件应选择正确的包装方法。**

b. **所有暴露在外的螺纹部件应涂油脂，并用金属或其它材料的坚固保护装置进行保护。**

c. **不得将裸露的不锈钢货物（如管道等）与锌板捆扎包装在一起，防止它们直接接触。**

d. **管道、弯管和配件内部应采用合适的防腐剂，该防腐剂的效用应能持续到安装期。**

3.2 法兰管道

a. **从加工完毕至安装开始期间都应对机加工表面进行保护。**

b. **管端密封为平面圆形金属盘，最小厚度为** 1.6mm**，直径满足以下要求：**

i) **对于平面法兰，直径比螺纹孔内缘小** 5mm**；或**

ii) **对于凸面法兰，等于凸起部分的直径。**

c. **端盖应使用粘合剂或密封膏固定到位。**

d. **在涂粘合剂或密封膏之前，应彻底除去法兰面和切料圆盘上的润滑脂。**

e. **禁止使用多余的密封膏，但必须保证完全密封。**

f. **在将圆盘和裸露的法兰面固定到耐气候的木材或直径等于法兰外径的垫盘之前，应在其上涂两层防腐剂。使用至少** 4 **个螺栓固定。**

3.3 实心管道

a. **实心管的管端密封应为钢制、橡胶或塑料盖。**

b. **在加盖之前，应在焊接坡口上涂两层防腐剂。**

c. **木制盖应有足够的厚度，以防管端损坏。**

d. **管端用不吸水材料（如橡胶或聚乙烯）保护。**

e. **盖/管接头应使用热缩性塑料套密封，或采用合适的橡胶或塑料密封膏与涂有羊毛脂的胶带和自粘防水胶带密封。**

f. 使用在奥氏体管道上的端密封、粘结剂和胶带应由无氯材料制成。

g. 使用的塑料端盖应采用无卤塑料制成，当暴露在空气或阳光下时，能在较长时间内不产生老化、裂纹或分解。

h. 不宜使用 PVC 或类似胶带及稍微过大的端盖。生产商应保证在正常运输和露天储存的条件下密封的有效性。

4. 标记要求

4.1 运输的任何两个包装不应有相同的包装号。

4.2 所有的标记都应使用印花图案。手写标记必须字迹清晰，避免造成任何误解。

4.3 标记必须清楚易辨，应可维持到整个包装寿命内，并可承受运输、搬运和储存过程中所有预料产生的应力。

4.4 示范标记见附录 A。

5. 运输要求

5.1 所有货物都由火车或卡车运输到现场。

5.2 在每次运输合同产品前，CHEC/CEMR 应提前 45 天通过传真或邮件向西门子或其代表通告以下信息：

a. 合同号：98IJBJGB/011088DE

b. 机组号：01 或 10 或 20

c. 货物名称：

d. 规格：

e. 数量：

f. 净重和估计的毛重：

g. 发货日期：

h. 运输和储存的特殊要求：

i. 大件包装和特殊包装的草图，并标出重心和起吊点位置。大件是指重量超过 20 吨及/或长度超过 12 米、宽度超过 2.7 米及高度超过 3 米的货物。

j. 对于易燃和危险性货物（包括有毒物件），必须标明货物名称、特性、保护措施以及事故处理方法。

k. 在运输和储存期间，对温度、振动等条件有特殊要求的货物，应说明注意事项。

5.3 在每次运输合同规定的产品之前，CHEC/CEMR 应提前 21 天利用 DeKanlog 通过传真或邮件向西门子或其代表通告简短的运输信息。其内容必须与实际的包装相同。

附录 A
包装标记/外高桥电厂 2×900MW 机组

合同号：	98IJBJGB/011088DE
机组：	01 **或** 10 **或** 20
运输标记：	Siemens **运输标记根据装箱单的要求**
汽轮机/仪控部分/灰处理：	**汽轮机**
目的地：	**上海**
收货人名称和代码：	**上海市电力公司** SMEPC
货物名称：	
毛/净重：	**毛重：**____ kg **净重：**____ kg
包装尺寸： （**长**×**宽**×**高**）（mm）	____×____×____ mm

不合格产品报告程序

目录

1. 范围

`本程序适用于外高桥电厂 2×900MW 机组中管道的不合格产品的控制和处理。

2. 责任

质量控制部门（QCD）应负责记录、标记和控制不合格产品。QCD 应与技术部门（TD）共同决定不合格产品的处理。

3. NCR 程序

3.1 一旦发现不合格产品，检查人员应立即在上面做好适当的标记。不允许不合格产品进入下一个生产阶段。

3.2 检查人员应在不合格产品处理表上记录不合格产品，并将该表提交技术部门和质量控制部门（QCD）。

3.3 技术部门（TD）应同 QCD 根据实际情况决定不合格产品的处理结果。处理结果将为下列情形之一：

a. 重新加工以达到规定要求；

b. 通过协商，决定接受或修复后接受；

c. 重新定级，用于其它用途；

d. 拒选或报废

如果处理结果为 a，b 或 c 中的一种情况，则应及时通知西门子代表。

不合格产品处理表

NO：

工程	DWG 号	设备名称	工件号	规格	数量
生产商					

不合格：

检查人员： **日期：**

处理结果：

TD： **日期** QCD： **日期：**

客户意见：

签名： **日期：**

冷弯管的加工和检查程序

目 录

1. 范围

本程序适用于外高桥电厂#1 机组和#2 机组中的冷弯管制造，包括原管道检查、弯制、成品检查、涂层和包装等。

2. 标准与规范

如果本规程中未提出有关要求，则请参照以下规范和标准：

2.1 DIN 2413 和 TRD301，最新版

2.2 符合外高桥电厂 DIN 标准的管道设计规程。

3. 加工步骤

原管到货→预检→弯管→尺寸控制→无损检验（根据要求选择检验物件）→坡口制备→清洗→涂层→标记→包装→运输

4. 弯制前准备

4.1 原管到货后，检查材料的合格证书和相应的运输标记，并检验原材料的尺寸。确认无任何问题后方可批量生产。

4.2 在进行实际弯制之前，操作人员应熟悉管道标准、设计和相关的工艺过程文件。

4.3 在进行实际弯制之前，检查所有的设备是否完好，使用的工具是否合适。仅当确认无任何问题后方可批量生产。

5. 弯制

外高桥 900MW 机组中所用的 DN<80 的管道采用冷弯方法制成，弯曲半径（R）为 5D。

6. 外观和成品检查

序号	项目	工作内容和检查项目
6-1	外观	检查所有弯管，特别注意是否存在氧化皮和起皱现象。
6-2	椭圆度	1. 椭圆度按照以下公式计算： 椭圆度＝$2\times(OD_{max}-OD_{min})\times100\%/(OD_{max}+OD_{min})$ 弯管体的椭圆度≤8% 弯管端部的椭圆度≤1% 2. 对应于每个 22.5°弯曲角，相应弧长至少为 300mm。 3 检查比例：10%。
6-3	弯曲角	1. 角度公差：±0.5° 2. 检查比例：10%
6-4	壁厚	1. 在弯制前和弯制后，每隔 22.5°弯曲角或 300mm 弧长都应测量壁厚。在每个圆周上从拉伸区、压缩区和中间区取三个测量点。测量值可用壁厚的变薄率表示，并用下式计算： 变薄率＝(t–t’)/t×100%≤10% t-弯制前壁厚 t’-弯制后相同位置的壁厚 t’不得小于最小壁厚允许值 2. 检查比例：10%
6-5	弯曲半径	1. R=5 倍外径 2. 测量差值应在±2mm 范围内。 3. 检查比例：10%
6-6	不平度 公差	1. 方法：检查板 2. 最大值：3mm 3. 检查比例：10%
6-7	凸起和凹陷	1. 最大高度：h ≤3%Dm 2. 两凸起间的最大距离：a ≥12h 3. 检查比例
6-8	硬度检查	1. 读取弯管内侧和外侧的值。 2. 检查比例：具有相同材料等级、尺寸和弯曲半径的弯管。
6-9	MT	1. 对弯管的外侧进行磁粉检验。 2. 检验比例：具有相同的材料等级、尺寸和弯曲半径的

序号	**项目**	**工作内容和检查项目**
		前 5 **根弯管。**
6-10	**检修**	1. **不允许通过焊接的方法检修弯管。** 2. **对于如搭接、剥落、裂缝等缺陷，可在保持最小允许壁厚的前提下采用研磨的方法消除。**

7. 涂层、标记、包装和运输

序号	项目	工作内容和检查项目
7-1	喷砂	1. 清理内外表面，除去氧化皮、黑皮和油脂等。 2. 喷砂处理程度：SIS SA 2 1/2 (表面质量)
7-2	涂层	参考 No：QC-03 清洗和涂层程序
7-3	标记	1. 在弯管中间的外表面标记 2. 标明短管编号
7-4	包装	1. 管端应用橡胶盖封住
7-5	文件	1. 制造工艺表（如需要） 2. 中频弯管和冷弯管的产品外观检查报告 3. 无损检验记录